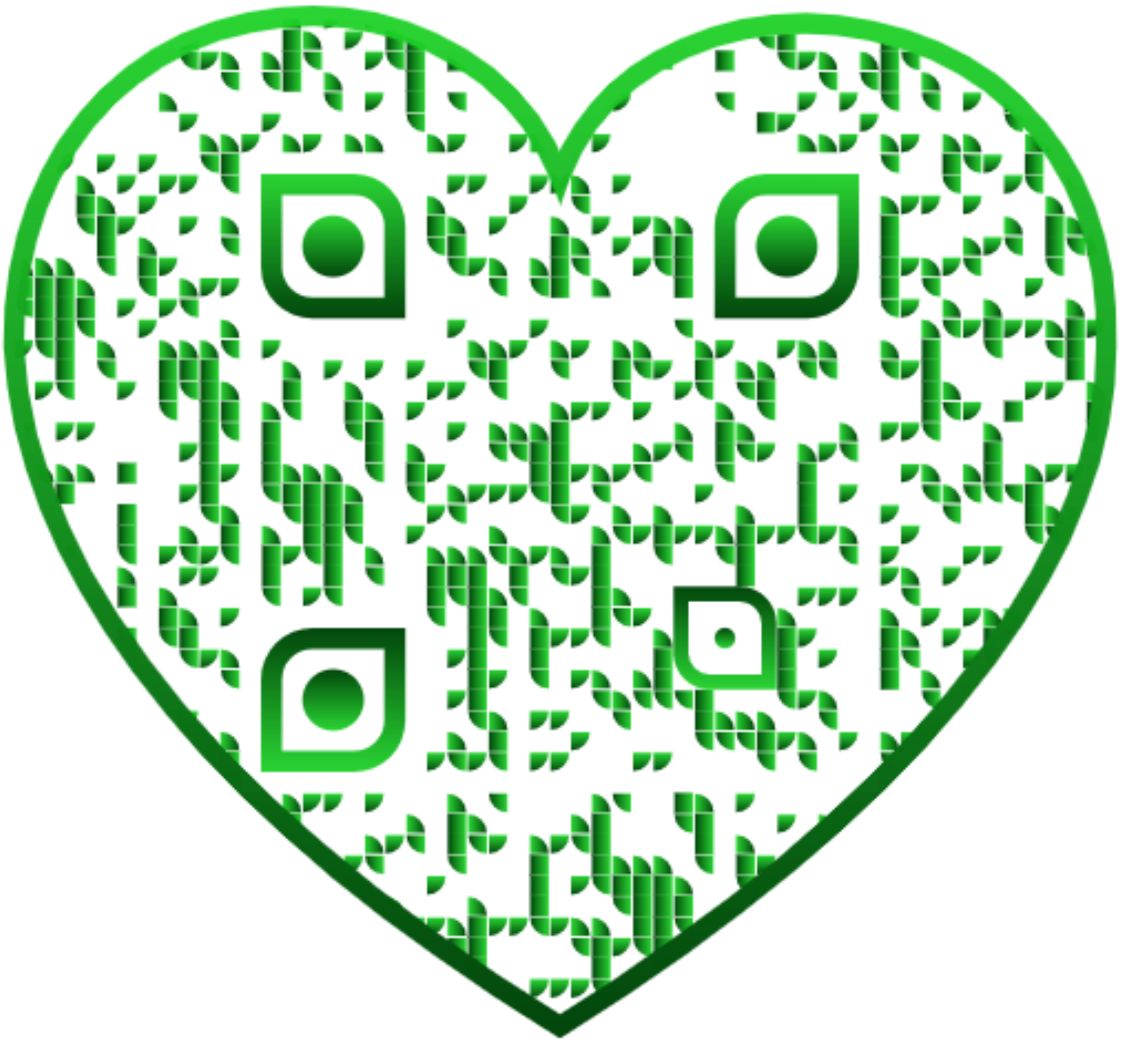
Agrodok 30

La protection non chimique des cultures

Piet Scheepens
Rik Hoevers

SHOUT
SHARE
IT



Cette publication est sponsorisée par : ICCO et KNPV

© Fondation Agromisa et CTA Wageningen, 2007.

Tous droits réservés. Aucune reproduction de cet ouvrage, même partielle, quel que soit le procédé, impression, photocopie, microfilm ou autre, n'est autorisée sans la permission écrite de l'éditeur.

Première édition : 2007

Auteurs : Piet Scheepens, Rik Hoevers
Révision : Jeroen Boland, Rob Witte
Illustrations : Barbera Oranje
Conception : Eva Kok
Traduction : Arwen Florijn
Imprimé par : Digigrafi, Wageningen, Pays Bas

ISBN Agromisa: 978-90-8573-075-0
ISBN CTA: 978-92-9081-367-5

Avant-propos

Recommandation

Souvent, les producteurs agricoles ne réalisent pas que leurs champs non traités sont remplis d'insectes bénéfiques (insectes parasitoïdes et prédateurs) qui maintiennent le nombre des ravageurs à un certain niveau. Toutefois, ces ennemis naturels des ravageurs sont bien plus vulnérables aux pesticides que les ravageurs ciblés. Si bien que lorsque des pesticides sont appliqués, les ennemis naturels sont tués et les ravageurs peuvent se développer de manière incontrôlée. Il est donc essentiel d'appliquer des méthodes non chimiques de protection des cultures au lieu d'utiliser des pesticides. Ce livret décrit un certain nombre de tactiques qu'on peut suivre. Il illustre comment travailler avec la nature afin de maintenir l'incidence des ravageurs à des niveaux tolérables.

Ce livret attire également votre attention sur les champs écoles des producteurs (ou des paysans), appelés en anglais « Farmer Field Schools », qui ont été mis sur pied dans le monde entier. Dans les champs écoles des producteurs, les paysans apprennent à pratiquer la protection non chimique des cultures de manière dynamique et autosuffisante. La lecture de livret, rédigé par des scientifiques expérimentés, est vivement recommandée aux producteurs agricoles, aux agents de vulgarisation et à ceux qui pratiquent la lutte contre les ravageurs.

Prof.Dr.Ir. Arnold van Huis, entomologiste tropical
Université de Wageningen

Remerciements

Nous remercions les personnes suivantes de leur contribution enthousiaste et fructueuse aux discussions et de leur communication de cas pour ce livret : Carol Waddington, Gerard Pesch, Francis Arulappan, William Barbier, Huub Stoetzer, Gerrit van der Klashorst, Joep van Lidt de Jeude, Moise Tchomguia et Roy Keijzer. Nous tenons également à remercier la Cambridge University Press pour avoir autorisé de

reproduire la figure 2 de ce livret ainsi que la Gatsby Charitable Foundation pour avoir autorisé la reproduction de la figure 11. Nous remercions également l'illustrateur d'Agromisa, Barbera Oranje, qui est l'auteur de la majorité des dessins.

Piet Scheepens et Rik Hoevers, Wageningen 2007

Sommaire

1	**Introduction**	**7**
1.1	Qu'aborde le présent livret ?	7
1.2	Pourquoi publier un livret portant sur la protection non chimique des cultures ?	7
1.3	Conséquences d'une conversion à la protection non chimique des cultures	9
1.4	Description succincte du livret	10
2	**Les ravageurs et la lutte intégrée contre les ravageurs**	**14**
2.1	Caractéristiques des ravageurs	14
2.2	Se convertir aux méthodes non chimiques de lutte contre les ravageurs	21
3	**Diminuer l'attrait d'une exploitation pour les ravageurs**	**27**
3.1	Le rôle de la biodiversité	27
3.2	Améliorer la biodiversité	32
4	**Insectes et acariens**	**39**
4.1	Le cycle biologique des insectes et des acariens	39
4.2	Prévention des dommages	42
4.3	Lutte	45
5	**Maladies provoquées par les micro-organismes**	**51**
5.1	Les maladies aériennes	51
5.2	Prévention des maladies aériennes	54
5.3	Les maladies du sol	58
5.4	Prévention des maladies du sol	58
6	**Les mauvaises herbes**	**63**
6.1	Cycle biologique et effets	63
6.2	Lutte	65

6.3 Prévention 67

7 Cycle biologique du *Striga* et options pour le combattre 74
7.1 Introduction 74
7.2 Le cycle biologique 74
7.3 Mesures de lutte 76

8 Les champs écoles des producteurs et la protection non chimique des cultures 82
8.1 Qu'est-ce qu'un champ école des producteurs (CEP) 83
8.2 Comment organiser un CEP à succès 85
8.3 Session typique de CEP 87

Bibliographie 91

Adresses utiles 93

Glossaire 95

1 Introduction

1.1 Qu'aborde le présent livret ?

En tant que producteur de cultures arables ou de légumes, vous essayez d'obtenir le rendement le plus élevé ainsi que des produits de la meilleure qualité possible. Bien entendu, vous préféreriez atteindre ce résultat avec un minimum d'investissement d'énergie et de ressources, mais vous êtes sans cesse entravé par toutes sortes d'organismes nuisibles (des ravageurs) qui menacent de réduire la qualité et le rendement de vos cultures. Il est extrêmement important de protéger vos cultures contre ces ravageurs, mais il est difficile d'obtenir un maximum de résultats avec un minimum d'efforts. Non seulement vous devez considérer les effets immédiats d'une mesure à prendre, mais vous devez également tenir compte des effets que cette dernière provoquera à long terme.

Ce livret présente un panorama des principales mesures non chimiques que vous pouvez prendre pour protéger vos cultures contre les ravageurs. La plupart de ces mesures sont préventives : elles font intervenir des planifications et des pratiques culturales qui vous permettront de limiter le nombre ravageurs et de restreindre les dommages que ces derniers provoquent.

1.2 Pourquoi publier un livret portant sur la protection non chimique des cultures ?

De tous temps, des méthodes de protection non chimique des cultures ont été pratiquées, mais depuis quelques décennies, la mise en place de pesticides chimiques a semblé rendre la protection des cultures beaucoup plus facile. En tant que producteur agricole, il vous suffisait de connaître les ravageurs auxquels vous étiez confronté, les pesticides disponibles pour les contrôler et la manière d'appliquer ces produits en toute sécurité. Ces produits étaient tellement efficaces que dans un premier temps il semblait que tous les ravageurs pourraient être ainsi éradiqués. Mais dans la pratique, les ravageurs n'étaient pas

réellement éradiqués, car ils revenaient à chaque campagne. Avec les ravageurs, la plupart de leurs ennemis naturels étaient également éliminés temporairement, ce qui donnait ensuite aux ravageurs la possibilité de se multiplier de manière encore plus explosive qu'auparavant (voir le cas 1 à titre d'exemple).

Cas 1 : L'extermination des prédateurs des insectes ravageurs rend les producteurs agricoles plus dépendants des pesticides (voir également le cas 7)

La cicadelle brune, *Nilaparvata lugens*, se trouve dans la culture de riz aquatique en Asie. Avant l'introduction des insecticides, on remarquait à peine sa présence au niveau de la culture en raison de sa taille inférieure à 3 mm. Ses ennemis naturels, notamment l'araignée *Lycosa pseudoannulata*, limitaient son incidence. Une seule araignée peut manger jusqu'à 20 cicadelles brunes par jour. Procéder à un traitement aux insecticides tôt dans la saison de croissance tue la plupart des cicadelles brunes, mais les araignées sont encore plus sensibles aux substances chimiques. En l'absence de ses ennemis naturels, la cicadelle brune peut se remettre et provoquer des dommages à la culture. Depuis l'introduction des pesticides, la cicadelle brune est devenue un des insectes ravageurs les plus nuisibles pour le riz.

Afin de garantir une culture saine, il était souvent nécessaire d'effectuer plusieurs traitements par saison, pour ne lutter que contre un seul type de ravageur. Finalement, certains pesticides n'avaient plus aucun effet parce que les ravageurs avaient développé une résistance à ces produits. Dans un premier temps ceci s'est produit avec les pesticides utilisés contre les insectes et les acariens (les insecticides), mais, par la suite, les pesticides utilisés pour lutter contre les maladies (les fongicides et les bactéricides) et les mauvaises herbes (les herbicides) sont également devenus inefficaces. Comme les ravageurs développaient des résistances aux produits chimiques utilisés fréquemment, il fallait continuellement trouver de nouvelles substances chimiques, de nouveaux composés chimiques et de nouveaux mélanges.

Certains pesticides sont également extrêmement toxiques pour les êtres humains (voir le cas 2). Les producteurs agricoles sont censés savoir comment utiliser ces produits chimiques en toute sécurité, mais dans la pratique il y a de nombreux accidents.

Cas 2 : Les pesticides peuvent nuire à la santé du producteur agricole
Un sondage auprès de 100 producteurs de coton au Mozambique a révélé que la moitié d'entre eux a souffert d'empoisonnement par insecticides (Javid et al., 1998).

Plus que tout autre facteur, ces inconvénients des pesticides ont suscité dans le monde entier un renouvellement de l'intérêt pour les mesures non chimiques de protection des cultures. Heureusement, les petits producteurs des zones tropicales n'ont jamais entièrement abandonné l'utilisation des différentes méthodes non chimiques. En nous basant sur nos connaissances portant sur la biologie des ravageurs, le présent livret essaye d'expliquer :

- Comment ces méthodes de lutte non chimique contre les ravageurs fonctionnent et
- Comment différentes types de méthodes se renforcent mutuellement.

Nous espérons que ceci vous permettra, en tant que producteur agricole, d'appliquer ces méthodes de manière plus effective et que vous pourrez utiliser vos propres observations pour les optimiser.

1.3 Conséquences d'une conversion à la protection non chimique des cultures

Il n'est pas facile de comparer la rentabilité de la protection non chimique des cultures avec celle de la protection chimique. De nombreuses personnes tendent à sous-estimer les frais liés à la lutte chimique et à surestimer les frais (particulièrement les frais de main d'œuvre) liés à la lutte non chimique, surtout lorsqu'elles ne prennent en considération qu'une seule campagne ou une année. Les frais de la lutte chimique comprennent non seulement les pesticides, mais également les équipements, les vêtements de protection, l'entreposage sûr et les frais de dépréciation. Et n'oubliez pas la facture du médecin en cas d'accident. Dans les zones isolées, le prix qu'une culture atteindra sur le marché local ne couvre pas toujours les frais liés aux pesticides.

Souvent, les pesticides chimiques sont très efficaces contre les ravageurs ciblés, mais parfois ils sont inopérants parce que le ravageur est devenu résistant au pesticide ou parce que les conditions météorologiques sont défavorables. Dans ces cas, des frais ont été encourus et aucune récolte ne viendra les couvrir.

La protection non chimique des cultures est souvent moins efficace que la protection chimique, mais d'habitude elle est moins coûteuse et repose sur des intrants et interventions localement disponibles.

Etant donné les effets secondaires indésirables liés à l'utilisation des pesticides chimiques, il est difficile de les combiner avec des méthodes non chimiques de protection des cultures. Nous présentons un exemple dans le cas 3.

Cas 3 : Il est parfois difficile de combiner les méthodes chimiques et non chimiques de protection des cultures
Les résultats du même sondage Mozambicain (cas 2) révèlent que la majorité des producteurs agricoles a commencé les traitements trop rapidement après avoir ensemencé le coton. Ils ne savaient pas que de tels traitements réduisent le nombre des ennemis naturels et ne conduisent pas forcément à un accroissement du rendement de coton.

Ce livret explique des méthodes permettant de maintenir les cultures en bon état phytosanitaire sans utiliser de produits chimiques et il présente quelques exemples. Il vous suggère de n'utiliser des produits chimiques que dans les cas où toutes les autres mesures échouent et ensuite de toujours opter pour les produits chimiques qui ont le moins d'effets toxiques sur les organismes non ciblés. Un autre livret de la série Agrodok « *Les pesticides : composition, utilisation et risques* » (n^0 29), sera peut-être utile si vous voulez utiliser des pesticides.

1.4 Description succincte du livret

Ce livret ne donne pas de formules prêtes à l'emploi pour combattre le ravageur X dans la culture A ou le ravageur Y dans la culture B. Il of-

fre plutôt une manière flexible de penser et de travailler, que vous pourrez adapter à vos cultures et aux conditions locales.

Si un producteur agricole souhaite protéger ses cultures, que ce soit par des méthodes non chimiques de protection des cultures ou avec des pesticides chimiques, il (ou elle) doit savoir reconnaître les principaux ravageurs sur son exploitation. Il est également important d'en savoir plus sur les cycles biologiques des ravageurs et sur l'affection des conditions locales sur eux. L'Agrodok n^0 28 : « *Identification des dégâts causés aux plantes* » pourrait vous être utile pour identifier les organismes qui provoquent des dommages à vos cultures.

Le chapitre 2 résume les principales caractéristiques des ravageurs et explique comment vous pouvez apprendre à les combattre de manière responsable. Le but n'est pas d'éradiquer les ravageurs, mais de minimiser leurs effets nuisibles.

Le chapitre 3 décrit les moyens d'organiser vos activités dans la culture de telle sorte que les ravageurs aient moins d'occasions de se multiplier à un rythme explosif. Ces mesures sont presque toutes efficaces pendant plusieurs années et permettent de combattre plusieurs types de ravageurs à la fois.

Beaucoup de mesures destinées à protéger les cultures contre les ravageurs se prennent avant ou pendant la période de croissance. Généralement, elles visent à limiter l'incidence d'un type de ravageur particulier ou d'une catégorie d'organismes nuisibles. Pour donner un exemple, on peut utiliser des graines saines pour éviter qu'une culture devienne malade à un stage précoce de la croissance. Un autre exemple est de semer une culture en lignes pour permettre de procéder au désherbage avec un outil à main. Ou encore, on peut planter un arbre Neem, qui repousse de nombreux insectes nuisibles.

Comme l'effet de mesures de lutte dépend largement du cycle biologique des ravageurs, dans ce livret, nous évoquons la lutte raisonnée par catégorie d'organismes nuisibles. Dans le chapitre 4, nous examinons

le cycle biologique, la prévention et la lutte contre les insectes et les acariens ; dans le chapitre 5, nous étudions les champignons, les virus et les bactéries qui provoquent des maladies ; et dans le chapitre 6 nous considérons les mauvaises herbes. Le chapitre 7 est dédié à la mauvaise herbe parasite « *Striga* ».

Renforcer les connaissances des communautés de producteurs agricoles

Ce livret traite les principes généraux de la protection non chimique des cultures. Pour les appliquer efficacement, vous aurez besoin de davantage de connaissances portant sur les plantes que vous cultivez, les ravageurs qu'elles pourraient receler et comment ces derniers agissent l'un sur l'autre sous les conditions locales. Les communautés agricoles détiennent souvent beaucoup de ces connaissances précieuses, mais parfois elles ont également des idées et des croyances qui sont inexactes ou incomplètes. Afin de produire efficacement des cultures saines sans utiliser ou en utilisant très peu de pesticides, il est important de renforcer et d'améliorer les connaissances au sein des communautés agricoles. Il est également important que les producteurs agricoles apprennent à prendre des décisions en se fondant sur ces connaissances et sur leurs observations des cultures. Les champs école des producteurs se sont avérés être un moyen excellent pour appliquer et améliorer la protection non chimique des cultures. Des réussites ont été communiquées depuis de nombreux continents. À titre d'exemple, voir le cas 4 et la figure 1.

Dans le chapitre 8 nous évoquons les champs école des producteurs et comment les déployer dans une communauté pour renforcer les connaissances et les expériences en matière de protection des cultures.

Cas 4 : Les producteurs agricoles du Ghana bénéficient d'un champ école des producteurs

250 producteurs agricoles ont participé au programme, et ont continué pour augmenter leurs rendements en moyenne de 50% par hectare, augmentant leurs profits saisonniers de 30% et réduisant l'utilisation de pesticides de 95%. Avec l'augmentation de leurs revenus, ils ont amélioré leurs conditions de logement, payé les frais scolaires de leurs enfants, acheté de nouveaux vêtements et versé des offrandes à leurs églises. Certains producteurs ont agrandi leur exploitation et l'ont transformée pour en faire une entreprise plus orientée vers les activités commerciales. Les participants de la zone de savane ont pu produire suffisamment de cultures pour leur permettre de stocker des aliments pendant toute la période non productive. Les producteurs dans les régions à meilleure sécurité alimentaire ont pu inclure plus de viande et de poisson dans leur régime. Les producteurs agricoles ont surtout apprécié l'amélioration de leur santé découlant de la réduction de l'empoisonnement par les pesticides. Les femmes qui ont participé à ce programme et qui ont été formées en tant que productrices ou agent de vulgarisation estiment qu'elles ont renforcé leurs capacités d'organisation, de leadership ainsi que leur estime de soi. Une collaboration entre producteurs agricoles a permis de pousser les autorités et les bureaux agricoles de district à consacrer plus d'efforts au développement de la communauté.

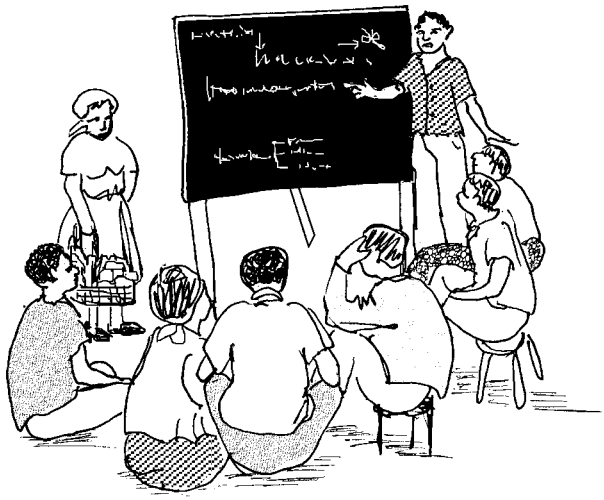


Figure 1 : Les participants d'un champ école des producteurs commentent leurs résultats

2 Les ravageurs et la lutte intégrée contre les ravageurs

2.1 Caractéristiques des ravageurs

Par ravageurs des cultures, nous désignons tous les organismes qui menacent la qualité et le rendement des cultures. Il peut s'agir d'espèces animales supérieures, telles que les rats, les souris et les oiseaux, mais ce sont généralement des espèces animales inférieures, telles que les insectes, les acariens, les nématodes (des vers de taille microscopique) ou les escargots. Les micro-organismes, tels que les champignons, les bactéries et les virus, peuvent également provoquer des maladies nuisibles pour les plantes. Les plantes supérieures, lorsqu'elles agissent comme des mauvaises herbes, peuvent également être considérées comme des ravageurs. Néanmoins, la simple présence de ces organismes sur votre exploitation n'en fait pas des ravageurs. En principe, ils ne sont considérés comme ravageurs que lorsqu'ils vous importunent grandement, vous et d'autres producteurs. Il y a des plantes qui peuvent être particulièrement importunes dans une situation déterminée, mais très utiles dans une autre. Les plantes qui poussent spontanément dans les champs sont souvent des mauvaises herbes, mais dans une situation différente elles constituent une source utile d'aliments pour animaux ou de compost. Les graines, les tubercules ou les racines laissées sur un champ après la récolte peuvent se développer pour devenir des mauvaises herbes nuisibles à la culture suivante.

Bien entendu, toutes les espèces de plantes et d'animaux vivant sur votre exploitation agricole ne vont pas devenir des ravageurs. Tous les ravageurs de culture potentiels ont en commun les caractéristiques suivantes :

- Ils peuvent provoquer des dommages au niveau de plantes individuelles d'une culture.
- Dans des conditions favorables, ils peuvent se multiplier très rapidement.

- Ils nuisent au producteur agricole parce que les dommages qu'ils provoquent réduisent le rendement ou la qualité du produit à récolter, ou parce qu'on ne peut les combattre qu'à grands frais.

Cas 5 : Le ver rose de la capsule du cotonnier, un exemple d'insecte ravageur qui mange des parties de plantes

Le ver rose du cotonnier appartient à un groupe d'insectes qui subit une métamorphose complète (également appelée métamorphose holométabole). Ceci implique que les larves (les chenilles) sont totalement différentes des adultes (les mites), comme le montre la figure 2. Les chenilles vivent à l'intérieur des capsules et sont responsables des dommages provoqués. Les métamorphoses complète (ou holométabole) et incomplète (ou hémimétabole) sont expliquées plus en détail dans la figure 12, chapitre 4).

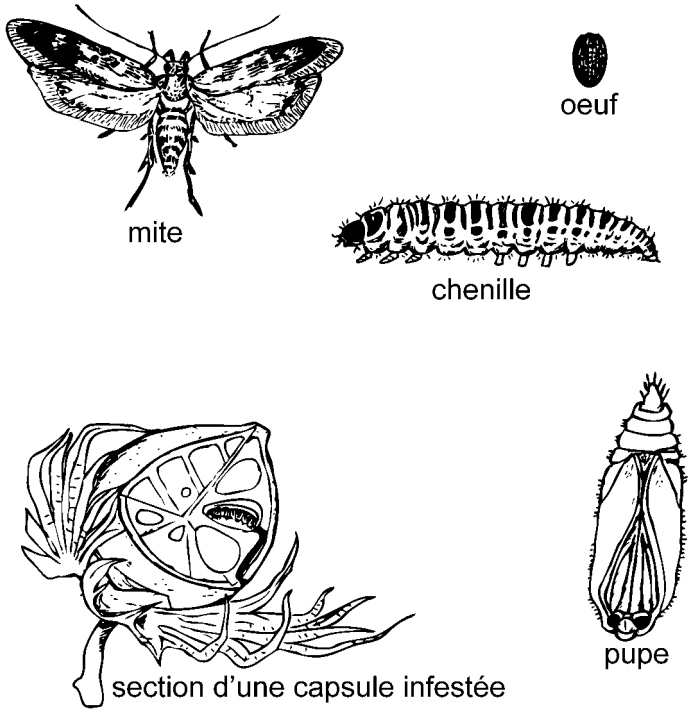


Figure 2 : Phases de développement du ver rose de la capsule du cotonnier. Pour les détails, voir le cas 5.

Les ravageurs endommagent les plantes individuelles d'une culture

Les ravageurs diffèrent par la manière dont ils portent atteinte aux plantes d'une culture. Ce livret évoquera trois groupes de ravageurs : les insectes, les micro-organismes et les mauvaises herbes.

Les insectes ravageurs mangent soit les plantes ou certaines parties de plantes (voir le cas 5 pour un exemple), soit ils percent les plantes pour se nourrir de leurs sèves.

Les micro-organismes peuvent être des ravageurs car ils peuvent rendre les plantes malades. Ce sont des organismes dits « pathogènes ». Les symptômes liés aux maladies correspondantes peuvent inclure des malformations, des taches sur le feuillage des plantes, ou la pourriture des tiges, des fruits ou des racines. La figure 3 (cas 6) vous montre différentes maladies affectant un pied de tomate. En réalité il est rare de voir autant de maladies sur une même plante.

La plupart des mauvaises herbes sont nuisibles car elles concurrencent la culture pour capter la lumière, l'eau et les éléments nutritifs. Ceci ralentit la croissance de la culture. Certaines plantes sont considérées comme des mauvaises herbes parce qu'elles sont parasites, c'est-à-dire qu'elles vivent en se fixant directement sur les racines des plantes pour en extraire les éléments nutritifs et l'eau. La figure 4 vous montre la mauvaise herbe parasite *Striga* sur les racines d'une culture de sorgho. D'autres plantes sont des mauvaises herbes parce qu'elles sont les hôtes d'insectes ravageurs ou de micro-organismes qui provoquent des maladies.

Cas 6 : Un pied de tomate avec plusieurs maladies
Le plant de tomate est illustré à la figure 3. Vous ne voyez pas les micro-organismes qui provoquent les maladies, mais les réactions de la plante aux micro-organismes pathogènes. Les maladies de plantes sont traitées plus en détail dans le chapitre 5.

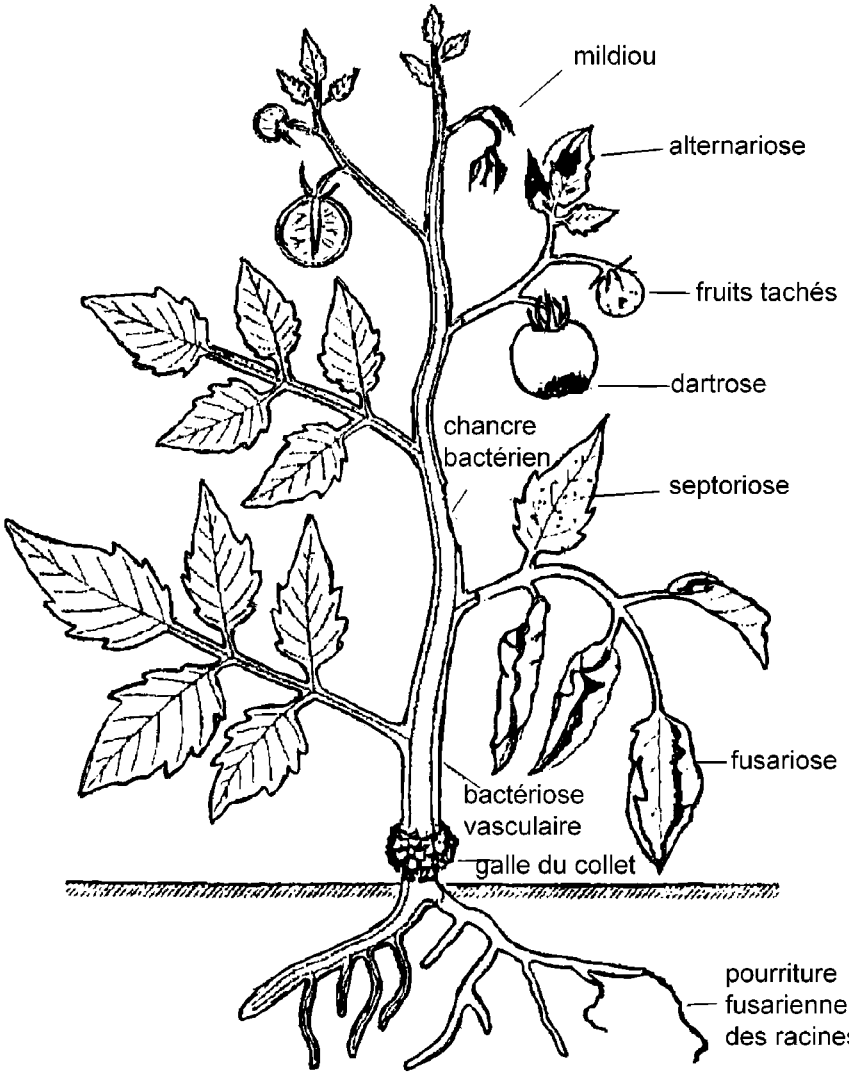


Figure 3 : Pied de tomate, avec plusieurs maladies (voir le cas 6)

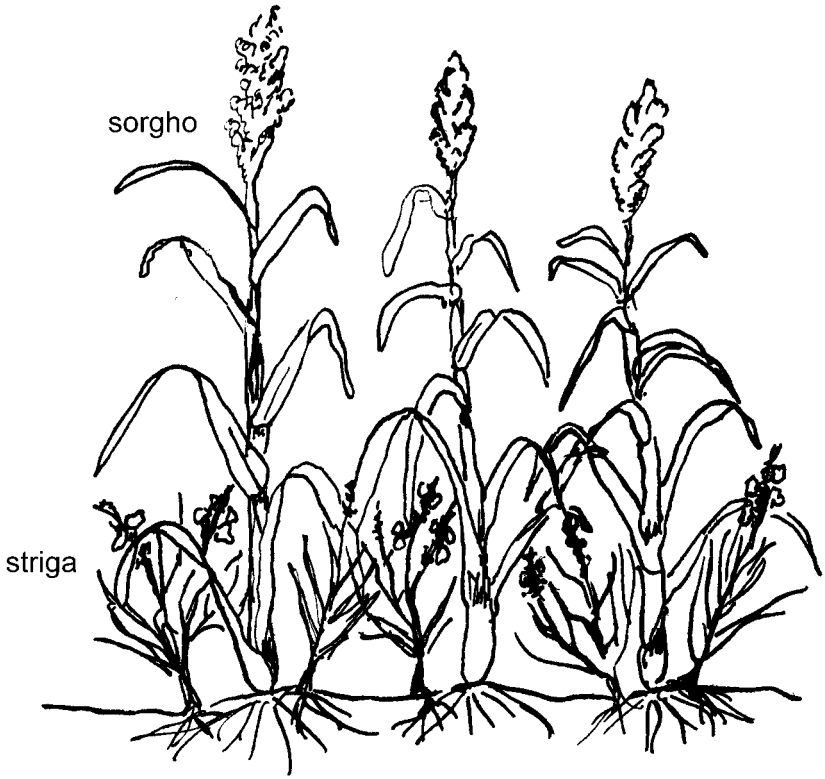


Figure 4 : Des parasites Striga sur des racines de sorgho

Les ravageurs se multiplient très rapidement

Au niveau d'une culture on remarque à peine les dommages provoqués par un seul organisme ravageur. Mais les ravageurs s'y trouvent souvent en grands nombres parce qu'ils peuvent se multiplier très rapidement au cours d'une saison de croissance. Dans les premières phases d'une infestation par des ravageurs, on a du mal à voir ce qui se passe car il n'y a qu'un petit groupe d'individus qui prolifèrent. Cette phase initiale est suivie par une phase au cours de laquelle ils se multiplient à un rythme explosif. Ce modèle de croissance n'est pas spécifique aux insectes, dans une certaine mesure il s'applique à tous les êtres vivants.

A un moment donné, la taille de la population va se stabiliser et même commencer à décroître. Cette évolution a lieu soit parce que la disponibilité d'aliments est insuffisante, soit parce que la population est dévorée par ses propres ennemis naturels, dont le nombre augmente également. Le cas 7 et la figure 5 montrent les effets de l'utilisation d'insecticides sur la cicadelle brune et ses ennemis naturels.

Cas 7 : Les insecticides déclenchent une prolifération explosive de la cicadelle brune (voir également le cas 1)

La figure 5 montre les nombres par mètre carré des cicadelles brunes et des araignées prédatrices dans un champ en Indonésie, ainsi que l'évolution de ces nombres au cours du temps (en jours suivant la transplantation du riz aquatique).

Le premier diagramme montre les résultats d'une parcelle qui a fait l'objet de quatre traitements aux insecticides au cours des 40 premiers jours suivant la transplantation du riz. Les applications d'insecticides sont indiquées par des flèches verticales. La population des araignées prédatrices décroît jusqu'à moins de 75 par mètre carré. Bien que la population de cicadelles brunes ait également diminué légèrement, elle s'est remise bien plus rapidement que celle des araignées. Après 75 jours, sa population a atteint un pic avec plus de 1000 animaux par mètre carré. En présence d'autant de cicadelles brunes, les araignées se multiplient, mais trop tard pour éviter des dommages à la culture.

Dans la parcelle qui n'a pas été traitée, illustrée dans le deuxième diagramme, le cultivateur n'a pas appliqué d'insecticides. Avant la transplantation et dans les premières phases de croissance du riz, les araignées arrivaient à trouver suffisamment de nourriture alternative pour se multiplier jusqu'à 300 par mètre carré à 40 jours après la transplantation. Avec autant d'araignées, la population des cicadelles brunes ne pouvait pas atteindre un nombre qui serait nuisible à la culture.

Le fait que les insecticides causaient davantage de séquelles pour les prédateurs naturels que pour l'insecte ciblé explique que la cicadelle brune a pu devenir un fléau en Asie.

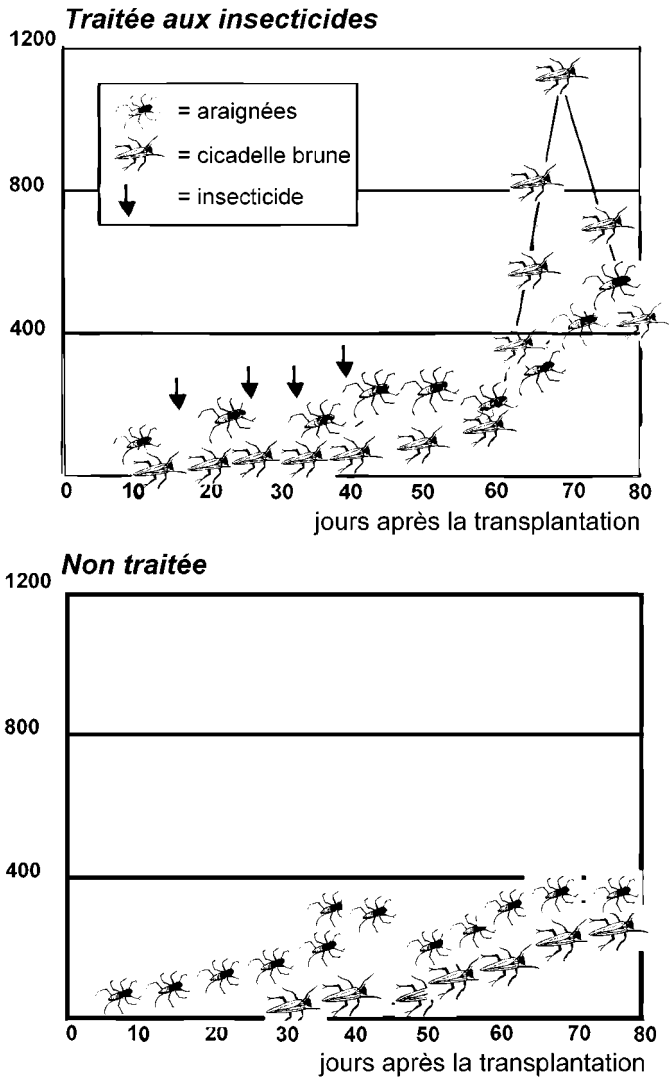


Figure 5 : Développement des populations de cicadelles brunes et d'araignées dans des parcelles de riz au cours d'une saison de croissance. La première parcelle est traitée aux insecticides, la deuxième na pas été traitée. Les détails sont expliqués dans le cas 7.

Dommages à la culture

En tant que groupe, une population d'organismes ravageurs d'une infestation peut finir par avoir un effet important sur le rendement et la qualité d'une culture infestée. Le cultivateur subit les dommages sous forme d'une réduction de la récolte ou d'un produit de moindre qualité qu'il lui faudra vendre à prix réduit.

Pour éviter de tels dommages, le producteur agricole peut prendre des mesures pour lutter contre les ravageurs. Mais ces mesures sont onéreuses, ce n'est donc pas une bonne idée des les mettre en œuvre automatiquement. La décision d'agir ou non doit se baser sur des inspections régulières de la culture. Dans la plupart des cas, il suffira d'effectuer une inspection par semaine.

Le cas 9 montre comment un champ peut être inspecté. L'objectif de ces inspections est d'identifier quels sont les ravageurs apparaissant au niveau de la culture et en quelles quantités, et de déterminer si leurs populations prolifèrent.

2.2 Se convertir aux méthodes non chimiques de lutte contre les ravageurs

La protection des cultures qui emploie beaucoup de pesticides est essentiellement de nature réactive. Dès que les premiers individus d'un ravageur sont signalés, ou lorsque la population a atteint un certain seuil, les producteurs agricoles (comme vous, probablement) pensent au pesticide qu'ils pourraient utiliser pour réduire le nombre d'organismes ravageurs. L'avantage de cette méthode est d'obtenir rapidement le résultat souhaité qui continuera tant que le pesticide reste effectif.

Ces dernières décennies, de plus en plus de ravageurs ont développé une résistance aux produits chimiques. Par ailleurs, les pesticides chimiques ont souvent un impact très large, c'est-à-dire qu'ils ne tuent pas uniquement les ravageurs mais également des organismes utiles. Ils sont parfois toxiques pour les êtres humains. Pour toutes ces rai-

sons, la protection des cultures par des applications régulières de pesticides chimiques est devenue de moins en moins efficace.

Il est possible de protéger les cultures en utilisant peu ou pas de pesticides, mais cela exige une façon de penser qui tient compte du cycle biologique des ravageurs. Nous allons traiter les cycles biologiques des insectes, des maladies et des mauvaises herbes respectivement dans les chapitres 4, 5 et 6. Au lieu de vouloir éradiquer un ravageur dès que vous en constatez un certain nombre, vous pourrez également vous demander pourquoi le ravageur en question réapparaît à chaque fois que vous plantez une nouvelle culture, et pourquoi il se multiplie aussi rapidement dans cette culture spécifique. Il s'avèrera rapidement que les ravageurs profitent de certaines circonstances. Ces circonstances peuvent être liées au ravageur, à la culture, aux conditions environnementales, ou à une combinaison des trois.

Cette connaissance forme la base d'une approche plus pro-active (préventive) de la protection des cultures. Vous aurez indubitablement accumulé de nombreuses connaissances par le biais de vos propres observations dans le champ. Etre pro-actif signifie que vous acceptez la présence de ravageurs sur votre exploitation, mais que vous avez organisé vos activités et adapté vos techniques de culture de sorte qu'en général les populations de ravageurs ne deviennent pas trop grandes et que les dommages causés par ces dernières restent acceptables. Dans le cas inhabituel où la population d'un ravageur spécifique risque d'atteindre un niveau inacceptable, on peut toujours appliquer en dernier ressort les pesticides qui engendrent le moins d'effets indésirables.

Reconnaître les principaux ravageurs

Si vous souhaitez recourir à la protection non chimique des cultures, vous devez être capable de reconnaître quels sont les ravageurs les plus nuisibles sur votre exploitation : les ravageurs clés. Lorsque vous comprendrez quelles sont les conditions dans lesquelles ces derniers provoquent le plus de dommages, vous pourrez agir de manière proactive afin de prévenir ces dommages.

Lorsque toutes les mesures de lutte contre les ravageurs que vous aurez choisies seront en place, elles se renforceront mutuellement pour apporter une protection suffisante contre ces ravageurs clés. N'oubliez pas que les mesures que vous adoptez ne doivent pas être trop onéreuses ni nécessiter plus de main d'œuvre que vous n'avez à votre disposition.

Planification, mise en oeuvre et expérimentation

La lutte pro-active contre les ravageurs n'est pas une recette qui fonctionne en tout temps et en tous lieux. Il s'agit d'une approche flexible que vous continuerez à adapter aux circonstances de votre exploitation. Vous devrez anticiper quelles seront les mesures à votre disposition et la manière dont vous les mettrez en œuvre. Certaines mesures sont efficaces pendant plusieurs années et permettent de lutter contre différents types de ravageurs. Vous pourrez par exemple élaborer un programme de plantation dans lequel vous indiquez pour chaque champ les types de culture et l'ordre dans lequel vous comptez les cultiver (rotation des cultures). Ceci est approfondi dans le chapitre 3.

Dans la pratique, vous continuerez d'apporter de légères améliorations. Nous vous recommandons de faire des essais à échelle limitée, par exemple en plantant une variété différente ou une combinaison de cultures différentes sur une petite partie du champ. En comparant les dommages causés à une variété particulière par un ravageur spécifique, ou à une combinaison de variétés, vous pourrez définir les conditions dans lesquelles ce ravageur cause le moins de dommages. Dans le cas 8 nous montrons comment des producteurs agricoles testent des extraits de plantes contre les insectes ravageurs au Cameroun.

Cas 8 : Des producteurs agricoles au Cameroun évaluent de nouvelles techniques de protection des cultures

Au Cameroun les producteurs agricoles sont organisés en petits groupes, dans lesquels ils discutent de leurs problèmes avec les ravageurs, et des méthodes traditionnelles (locales) pour y remédier. Ils consultent également un expert attaché à un centre de recherche local qui connaît les nouvelles méthodes non chimiques de protection des cultures. Ensemble, ils mettent au point des essais pour voir les résultats des nouvelles techniques dans la pratique locale.

Dans le cas où une nouvelle méthode s'avère être une amélioration, elle est adoptée et utilisée à plus grande échelle. Les efforts se concentrent sur l'utilisation des extraits de plantes contre les insectes ravageurs (le cas 18 montre un exemple).

Inspection

Pendant la saison de croissance, vous devrez inspecter votre culture une fois par semaine pour observer les principaux ravageurs et vous faire une idée de la rapidité à laquelle ils se multiplient. Dans le cas 9, nous expliquons comment vous pouvez procéder pour inspecter une culture de manière systématique et minutieuse. Nous vous suggérons de dessiner plusieurs fois dans l'année les cultures et les ravageurs que vous y trouvez. Cela vous permettra plus tard de savoir quel est le ravageur auquel vous pouvez vous attendre et à quelle phase de croissance de la culture.

Si vous effectuez le travail de la ferme avec votre mari ou votre femme, il est également important d'élaborer un programme pour les observations, afin de savoir clairement qui fera quoi. Voir le cas 10 pour des observations portant sur le *Striga*. Pour les insectes ravageurs, il est également important de savoir comment se développent leurs ennemis naturels. Lorsque le ravageur se développe beaucoup plus rapidement que ses ennemis, vous pourrez probablement prendre des mesures correctives. A la fin de la saison, vous pourrez évaluer le rendement et la qualité de la culture.

Cas 9 : Inspection de la culture

Un champ fait l'objet d'une inspection systématique lorsqu'on le traverse en suivant un itinéraire en zigzag (voir la figure 6, l'image du haut). L'inspection approfondie consiste à observer quelques plantes de façon détaillée (voir la figure 6, l'image du bas).

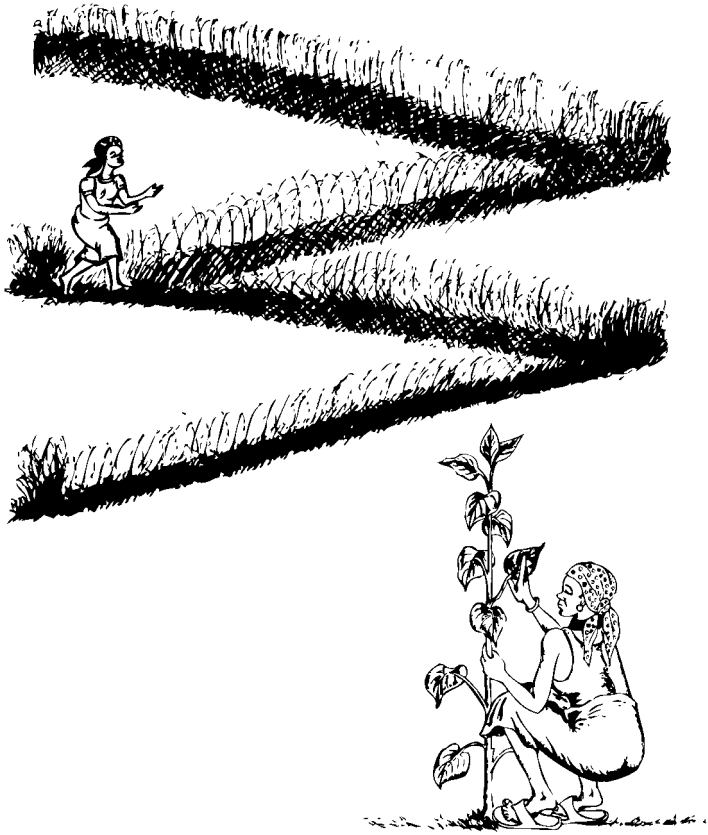


Figure 6 : Inspection d'un champ pour déceler la présence des ravageurs

Cas 10 : Qui effectue les observations dans le champ ?
Souvent, les hommes et les femmes partagent le travail de l'exploitation, mais ils ne vaquent pas aux activités au même moment. L'important est donc de préciser les observations dont chacun se chargera. Et il est essentiel de partager à la fois les travaux et les connaissances.

Au nord du Ghana, des animateurs ont discuté de la germination du *Striga* et de sa fixation à la plante hôte (voir le chapitre 7) avec un groupe mixte de femmes et d'hommes. Au cours de cette phase de développement de la culture, les femmes se rendent souvent au champ. Comme elles travaillent la terre, elles peuvent observer la fixation du *Striga.* Elles ont distingué deux espèces de *Striga*. Elles ont utilisé leurs mains pour transmettre ces connaissances lors d'une séance de leur groupe (voir la figure 7).

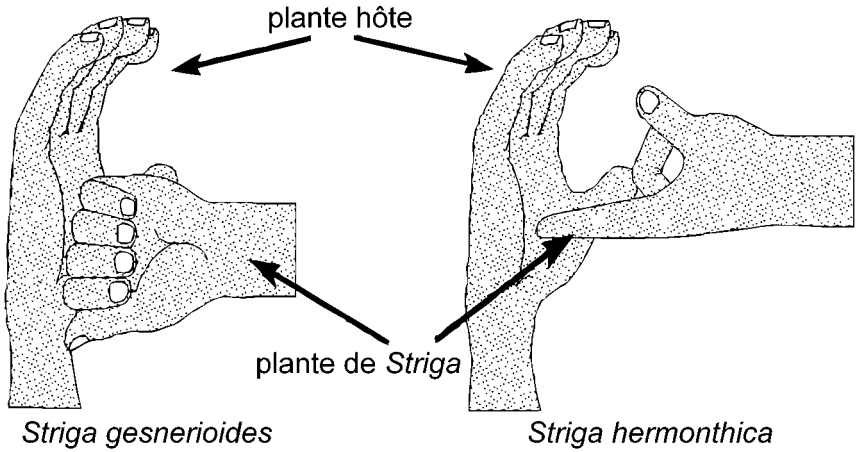


Figure 7 : Une productrice du Ghana explique avec ses mains, quelles sont les différences entre deux espèces de Striga (voir le cas 10).

A chaque saison, vous devrez évaluer l'efficacité de l'ensemble de vos mesures pour lutter contre les ravageurs clés de votre exploitation. Pour chaque culture et chaque ravageur, considérez les moyens qui ont donné des résultats satisfaisants et ceux qui auraient pu être plus efficaces. Utilisez vos conclusions pour ajuster vos plans concernant la période de croissance suivante.

3 Diminuer l'attrait d'une exploitation pour les ravageurs

Les exploitations agricoles, surtout celles de grande taille, ont souvent un aspect monotone qui tient au fait que des champs étendus sont consacrés à une même culture. Cette uniformité facilite l'exécution de diverses tâches dans les champs, mais elle est également une des principales raisons de la prolifération explosive d'organismes ravageurs. Un grand champ voué à une seule culture présente une source pratiquement inépuisable d'alimentation pour les ravageurs. Souvent, une même culture se trouve sur un même champ année après année, et cela permet aux pathogènes du sol et à certaines espèces de mauvaises herbes de se propager de manière incontrôlée.

Généralement les petites exploitations sont plus diversifiées, et plusieurs cultures sont plantées côte à côte dans un même champ. Souvent les producteurs agricoles ont mis au point leurs propres méthodes pour éloigner les ravageurs nuisibles de leurs cultures, surtout les animaux. Ces exploitations-là sont bien moins attrayantes pour les ravageurs. Donc si vous cultivez une variété de cultures, vous avez déjà une longueur d'avance dans la lutte pro-active contre les ravageurs.

3.1 Le rôle de la biodiversité

Un des principaux piliers de la lutte pro-active contre les ravageurs est de rendre votre exploitation moins attrayante pour les ravageurs. Pour ce faire, un impératif essentiel est de créer une très grande diversité dans la faune et la flore, aussi bien à la surface que sous le sol. Les scientifiques désignent cette diversité de formes de vie par le terme « biodiversité ». La biodiversité freine considérablement la croissance des ravageurs.

La section 3.2 présente diverses mesures que vous pouvez prendre pour améliorer la biodiversité sur votre exploitation. Elles n'affecteront pas simplement une culture particulière pendant une an-

née déterminée, mais toutes les cultures sur de nombreuses années. Elles ne visent pas uniquement un type de ravageur mais agissent contre un large éventail d'animaux ravageurs, de pathogènes et de mauvaises herbes.

Les principales conséquences d'une amélioration au niveau de la biodiversité sont les suivantes :

- Une végétation variée dans et autour des champs crée un environnement favorable aux ennemis naturels des animaux ravageurs (en particulier des insectes et des acariens). Dans de nombreux cas, ces ennemis naturels empêchent les populations de ravageurs d'atteindre un niveau auquel elles sont nuisibles.

- Une végétation variée dans et autour du champ limite la propagation des champignons, des bactéries et des virus pathogènes, de même que celle des insectes et des acariens.

- Une végétation variée dans les champs peut fournir une couverture du sol plus rapide et plus ample, ce qui empêche les mauvaises herbes de germer et de se développer.

- Plusieurs cultures que l'on cultive au même moment ou en rotation, stimulent une vie du sol riche et variée. Ceci permet de limiter la croissance des pathogènes et des mauvaises herbes qui se propagent par le biais du sol.

- Une vie du sol variée, en partie crée par une végétation diversifiée, est également favorable à la structure du sol. Une bonne structure du sol et une fertilisation équilibrée assurent une croissance optimale des cultures qui ont dès lors une résistance maximale aux maladies et aux animaux ravageurs. Ainsi la culture réussira à concurrencer les mauvaises herbes.

Cas 11 : Une végétation variée autour des champs est importante pour protéger les cultures

Les plantes qui poussent en hauteur sont importantes autour d'un champ pour agir en tant que brise-vent (voir la figure 8).

Les clôtures vivantes ou autre végétation ont différentes fonctions. Elles protègent les cultures contre les grands animaux et elles abritent les petits animaux qui mangent les insectes ravageurs. Un exemple au Sri Lanka est le Grand coucal (voir la figure 9), un oiseau qui devrait être considéré comme le meilleur ami du producteur, parce qu'il mange de nombreux insectes et escargots.

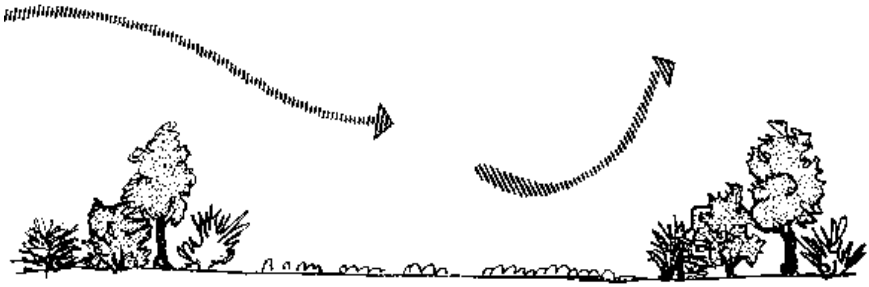


Figure 8 : Les plantes hautes entourant les champs sont d'importants brise-vents (voir le cas 11).

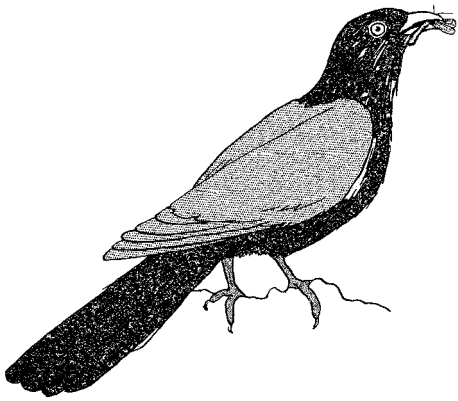


Figure 9 : Le Grand coucal (Centropus sinensis) est l'ennemi de nombreux insectes ravageurs et escargots (voir le cas 11).

Les mesures inventoriées ci-dessus permettent de lutter contre les ravageurs et ont souvent d'autres effets positifs, c'est une raison supplémentaire de les appliquer. D'autres avantages peuvent inclure les suivants :

- Les cultures qui assurent une bonne couverture du sol protègent le sol de la pluie et des rayons de soleil intenses.
- Le fait de garder une bonne couverture du sol évite les pertes de terre -c'est-à-dire l'érosion- provoquées par des pluies battantes ou des vents violents ; ce qui est particulièrement important sur des terrains accidentés.
- Si on combine la culture de légumineuses avec d'autres cultures, les deux cultures profiteront de la fixation d'azote assurée par les légumineuses. Le cas 12 et la figure 10 illustrent comment le maïs et une légumineuse peuvent pousser sur un même champ permettant d'utiliser de manière optimale la lumière du soleil.
- Si on combine une culture à racines superficielles avec une culture dont les racines sont plus profondes, les fertilisants ou fumiers administrés seront utilisés de manière plus efficace.
- Une rotation de cultures équilibrée permet également d'utiliser de façon optimale les applications de fertilisants qui sont incorporés dans le programme de plantation.

Cas 12 : Innovation dans la pratique traditionnelle d'association des cultures de maïs – légumineuses

Pendant de nombreuses années, les producteurs agricoles du Kenya ont cultivé le maïs en association avec des haricots, comme dans la première ligne illustrée dans la figure 10. Les nodules sur les racines de la culture de haricots fournissent l'azote pour les deux cultures. Les deux cultures souffrent moins des insectes ravageurs.

Un des problèmes liés au système traditionnel est que les hautes plantes de maïs bloquent une grande quantité de lumière, entravant la croissance des petits plants de légumineuse. La solution s'est avérée être une disposition différente des deux cultures. Vous pourrez l'observer dans la deuxième ligne de la figure 10. Au lieu d'alterner des lignes simples de maïs et de légumineuses, les deux cultures sont plantées dans des lignes doubles alternées, selon le système « Mbili ».

Les légumineuses que l'on utilise dans ce système Mbili d'association des cultures de maïs et de haricots sont le haricot commun, le haricot mongo, l'arachide et le soja. Le système Mbili a également entraîné de meilleurs rendements des apports de fertilisants, et il garantit la sécurité alimentaire quand la récolte de maïs est mauvaise par suite de la sécheresse. Le fait d'alterner les haricots avec d'autres légumineuses au lieu de cultiver des haricots chaque année réduit l'apparition des insectes ravageurs et des maladies au niveau de la culture de haricots.

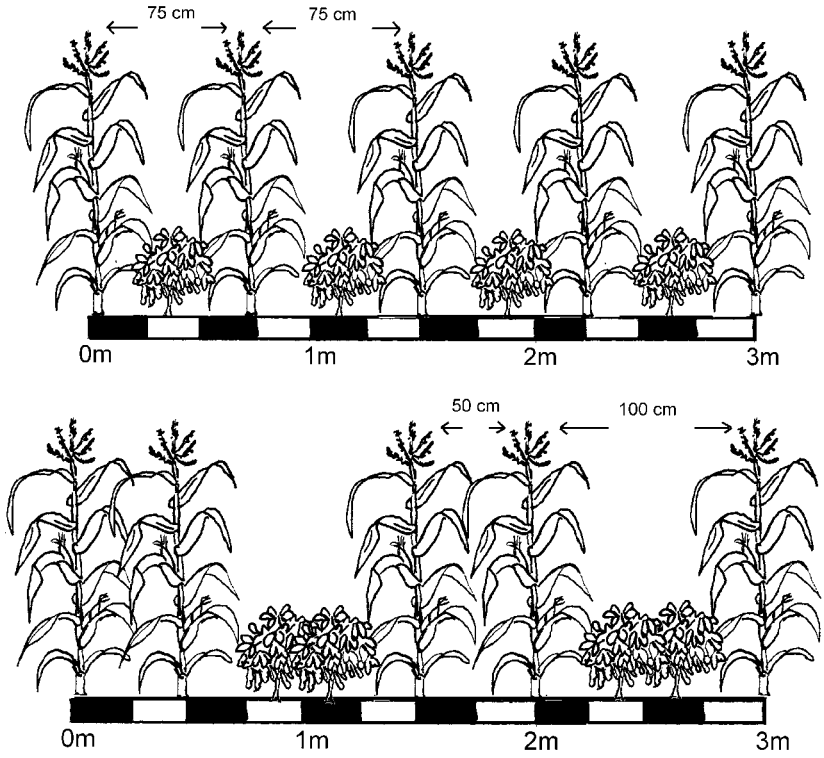


Figure 10 : Culture traditionnelle du maïs avec une légumineuse (ligne du haut) et selon une nouvelle méthode qui permet de mieux se servir de la lumière du soleil (ligne du bas). Pour les détails, voir le cas 12.

Sur votre exploitation, vous n'aurez pas besoin de mettre en œuvre toutes les mesures susceptibles d'améliorer la biodiversité, et certainement pas toutes à la fois. Vous connaissez certainement vous-mêmes les ravageurs qui sont le plus grave problème de votre exploitation. S'il s'agit d'insectes et d'acariens, la meilleure option consiste à stimuler leurs ennemis naturels. Si ce sont des insectes et des acariens, la meilleure solution est de stimuler leurs ennemis naturels. Si ce sont des pathogènes qui se multiplient au-dessus du sol, les principales mesures à prendre sont celles qui empêchent leur propagation. Si ce sont des pathogènes ou des ravageurs qui se propagent par le sol, la rotation des cultures sera la mesure la plus efficace. Dans les chapitres 4, 5 et 6, nous étudierons plus en détail les effets que ces mesures ont respectivement sur les insectes et les acariens, sur les maladies et sur les mauvaises herbes.

3.2 Améliorer la biodiversité

Végétation en bordure des champs et des fossés

Les bandes de végétation en bordure des champs et des fossés peuvent servir pour repousser les ravageurs provenant d'ailleurs. Une combinaison de grands arbres et de buissons avec des herbes couvrant le sol peut suffire. Etant donné que de nombreux organismes ravageurs sont transportés par le vent, il est particulièrement important de planter ces bandes le long des bordures de champs qui font face aux vents dominants. De nombreux ennemis naturels des insectes dépendent du nectar et du pollen pour une partie de leur cycle biologique. Par conséquent, il convient également de planter dans ces bandes des arbres, des buissons et des herbes qui fleurissent abondamment. Malheureusement, la végétation peut également offrir abri et alimentation à certains ravageurs des cultures, il vous faudra donc éventuellement adapter la végétation pour qu'elle soit favorable aux ennemis naturels et moins attrayante pour les ravageurs.

Il est préférable de planter des espèces de plantes qui poussent bien dans les conditions locales, parce que vous saurez d'avance qu'elles s'établiront bien. Vous pouvez créer une bande permanente en utilisant

un mélange de graines d'herbes contenant des herbes annuelles et des herbes pérennes. Vous devrez probablement entretenir la bande en coupant l'herbe une ou deux fois par an au cours des deux ou trois premières années, principalement pour éliminer les plantes indésirables. Tondez les bandes d'herbes après que les espèces annuelles auront produit leurs graines. N'apportez pas d'engrais aux bandes d'herbes car cela stimulerait la croissance des herbes qui finiront par prendre le dessus. Si vous souhaitez inclure des herbes annuelles, ou des herbes qui ne sont pas originaires de votre région, vous devrez procéder à quelques désherbages dans les premières phases de croissance, comme vous le faites pour les plantes cultivées dans le champ.

Cultiver plusieurs cultures sur un même champ

L'activité qui consiste à cultiver deux ou davantage de cultures différentes dans un même champ s'appelle « cultures associées », « cultures mixtes » ou « cultures intercalaires ». La combinaison des cultures vous permettra d'utiliser au mieux l'espace disponible dans le champ. Elle présente également des avantages en ce qui concerne la prévention contre les ravageurs. Malheureusement, cette pratique est rare, parce qu'elle entrave l'utilisation de l'équipement mécanisé.

Il existe trois méthodes pour cultiver deux cultures dans un même champ :

- Le mélange des cultures est un système dans lequel deux cultures ou plus sont semées ou plantées ensemble de manière aléatoire dans une parcelle ou dans une ligne ;
- La culture en lignes alternées est un système dans lequel des lignes uniques d'une des cultures sont alternées avec des lignes uniques d'une autre culture. (La ligne du haut dans la figure 10 est un exemple de culture associée en lignes alternées);
- Dans la culture en bandes alternées, un certain nombre de lignes d'une culture spécifique est alterné avec un certain nombre de linges d'une autre culture. (La ligne du bas dans la figure 10 est un exemple de culture en bandes alternées).

En théorie, le mélange des cultures produit le plus haut rendement par mètre carré et donne les plus grands avantages, tant qu'on veille à garantir que les différentes cultures ne se concurrencent pas excessivement. Les avantages en question sont un peu moins prononcés dans les deux autres systèmes, mais là les cultures sont plus faciles à entretenir et à désherber. Dans le cas de la culture en bandes alternées, les deux cultures peuvent être gérées tout à fait indépendamment l'une de l'autre.

Cas 13 : Au Kenya, l'effet de « push-pull » protège le maïs des insectes foreurs des tiges et du *Striga*

Les insectes foreurs des tiges (chenilles de mites) sont les principaux insectes ravageurs des cultures céréalières en Afrique de l'est et du sud. Les pertes peuvent atteindre jusqu'à 80%, alors que les pertes causées par le *Striga* peuvent aller de 30 à 100% dans la plupart des régions.

Au Kenya, des scientifiques ont trouvé une méthode qui consiste à cultiver le maïs avec deux autres cultures. L'une attire les insectes foreurs des tiges. Il s'agit là de l'effet « pull ». L'autre culture (intercalaire) repousse les insectes foreurs des tiges, provoquant l'effet « push ». Conjointement, elles protègent efficacement le maïs contre les insectes foreurs des tiges. La figure 11 illustre la disposition des trois cultures dans le champ.

Les herbes domestiquées peuvent provoquer l'effet « pull » tout comme les herbes sauvages. Le Napier (également appelée herbe à éléphant) est la variété la plus effective. On la plante en bordure des champs de maïs, où sont attirées les mites adultes qui viennent d'ailleurs. Au lieu d'atterrir sur les plants de maïs, les insectes sont attirés vers ce qui semble présenter un repas plus savoureux. Le Napier a une méthode particulièrement ingénue de se défendre contre l'attaque du ravageur : à partir du moment où il est attaqué par une larve d'un insecte foreur des tiges, il sécrète une substance collante qui piège physiquement le ravageur et qui limite efficacement les dommages que ce dernier pourrait causer ; après quoi les ennemis naturels qui sont tapis entre les herbes peuvent entrer en action.

La légumineuse *Desmodium,* ou desmodie, repousse les mites foreuses des tiges et les éloigne de la culture principale (maïs ou sorgho). Le *Desmodium* est planté entre deux lignes de maïs ou de sorgho. Comme c'est une plante qui pousse au ras du sol, elle n'entrave pas la croissance de la culture principale et a en outre l'avantage de maintenir la stabilité du sol et d'en améliorer la fertilité par le biais de la fixation de l'azote. La desmodie sert également de fourrage très nutritif pour les animaux. D'autres légumineuses peuvent avoir le même effet, mais le *Desmodium* réprime également le *Striga* de manière efficace.

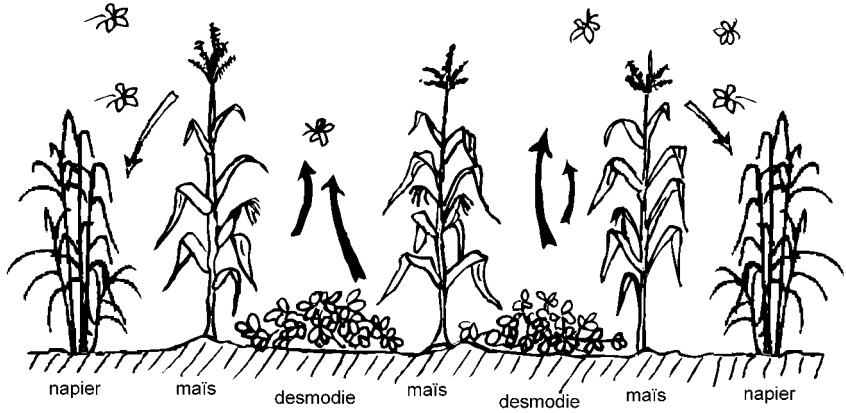


Figure 11 : Culture intercalaire du maïs avec le Napier et le Desmodium pour protéger le maïs contre les insectes foreurs des tiges. Pour les détails, voir le cas 13.

Rotation des cultures

La rotation des cultures consiste à faire pousser successivement différentes cultures au fur des campagnes. La rotation des cultures est importante pour la fertilité du sol, mais également pour lutter contre différents ravageurs, tels que les maladies propagées par le biais du sol et les mauvaises herbes pérennes.

L'idéal serait de faire alterner les cultures céréalières avec des légumes et des plantes à tubercules comestibles. Prenez soin de ne pas faire succéder l'une après l'autre deux cultures appartenant à la même famille (comme par exemple la pomme de terre et la tomate ou le céleri et la carotte). Toutefois, on peut cultiver les céréales avec une fréquence plus élevée au cours d'une rotation car elles ne sont pas propices aux maladies qui se propagent par le biais du sol. Naturellement, au moment d'élaborer votre programme de rotation, il faudra prendre en considération les cultures de base dont vous avez toujours besoin. Si 70% de vos terres sont nécessaires pour cultiver des céréales, les possibilités ouvertes à la rotation des cultures seront limitées. Le cas échéant, vous pouvez essayer de planter les cultures prônes à être af-

fectées par les maladies propagées par le biais du sol ou des mauvaises herbes spécifiques sur un lopin de terre « frais » chaque année.

Cas 14 : Les producteurs biologiques du Bénin ont réussi à cultiver le coton sans utiliser de pesticides

Le coton attire un grand nombre d'espèces d'insectes ravageurs. C'est la raison pour laquelle la culture conventionnelle du coton va de pair avec des traitements aux insecticides intensifs. Les producteurs du coton béninois, qui se sont organisés dans l'ONG OBEPAB (Organisation Béninoise pour la Promotion de l'Agriculture Biologique) ont fait la transition vers un système biologique de production du coton. Ils n'utilisent aucun pesticide synthétique et aucun fertilisant inorganique. Une autre différence par rapport à l'agriculture conventionnelle est que les restes de culture sont recyclés au lieu d'être brûlés, afin d'améliorer la fertilité du sol. La plupart des années, leurs rendements étaient plus faibles que ceux qui ont été obtenus par les producteurs de coton conventionnels. Mais pour l'année 2006, des niveaux de rendement comparables à ceux du coton conventionnel ont été enregistrés. Les producteurs biologiques n'ont pas besoin d'acheter des pesticides, et ils obtiennent de meilleurs prix pour leur coton, ce sont des avantages supplémentaires.

La culture biologique du coton se base sur une rotation de cultures sur trois ans. Le coton de la première année est fertilisé avec des tourteaux de graines de coton et on le cultive sur des billons de restes de cultures le long des courbes de niveau. Le coton est suivi par une culture céréalière (maïs, mil, sorgho) et des plantes oléagineuses (arachides, sésame ou carthame). D'autres possibilités incluent les épices et les légumes, comme le piment fort ou l'oignon. La troisième année, on cultive des légumineuses telles que le pois cajan, le haricot mongo, le pois chiche et le niébé. La culture de coton suivante (dans l'année 4) bénéficie de l'azote fourni. Au cours des périodes prolongées entre deux saisons de croissance, le sol n'est pas laissé à nu, mais des plantes de couverture sont cultivées, afin de prévenir l'érosion du sol, d'étouffer les mauvaises herbes ainsi que de fournir aliments et abri pour les insectes auxiliaires qui luttent contre les insectes ravageurs du coton. Parmi les cultures de couverture du sol en vogue on peut compter la luzerne, le mélilot, le trèfle rouge, le trèfle blanc, la vesce, le niébé, le sarrasin et la moutarde.

En outre, des cultures pièges sont cultivées en bordure des champs de coton Elles attirent les insectes ravageurs pour les éloigner du coton. Parmi les cultures pièges, on peut compter le tournesol, le niébé, la luzerne, le gombo ainsi que le coton semé tôt.

Croissance de la culture et qualité du sol

Les premiers 10 à 20 cm du sol ont le plus d'importance pour les cultures. C'est la couche arable, sa structure est relativement meuble, facilitant la pénétration des racines et permettant aux plantes de s'approvisionner en air et en eau. Les éléments nutritifs dont la plante a besoin pour pousser sont absorbés par le biais de l'eau. Le sol contient également de nombreux animaux, comme les vers et les micro-organismes. Entre autres, ces derniers assurent la fertilisation du sol en libérant les éléments nutritifs contenus les résidus de plantes et les minéraux. Le sol est un allié important dans la lutte contre les ravageurs. Il héberge des micro-organismes et des ennemis naturels qui attaquent directement les ravageurs. Par ailleurs, une bonne qualité du sol assure une croissance optimale des plantes, ce qui maximise la résistance des plantes aux attaques de ravageurs.

Vos cultures ont un grand impact sur la qualité du sol. Les racines retiennent le sol, prévenant ainsi que les particules du sol soient emportées par l'eau des pluies torrentielles. Les plantes croissant au-dessus du sol évitent que les particules de sol soient emportées par le vent. La végétation ou une couche formée de plantes tondues et de restes de plantes (le paillis) évitent également que sol soit surchauffé par le soleil et maintiennent sa porosité après des pluies torrentielles. Ces facteurs assurent des conditions de croissance optimales pour les racines des plantes ainsi que pour les organismes du sol.

Selon les conditions locales, il peut être nécessaire de prendre des précautions supplémentaires afin de protéger le sol contre l'érosion par l'eau ou par le vent ainsi que de conserver la structure et la fertilité du sol. Comme nous l'avons indiqué ci-dessus, ces mesures favoriseront une croissance optimale de la culture, améliorant ainsi la résistance de la culture aux ravageurs. S'il pleut souvent avec des averses torrentielles dans votre région, il vous faudra peut-être creuser un système de fossés pour réduire le ruissellement. Cette méthode de lutte contre l'érosion s'effectue le mieux en collaboration avec la communauté villageoise.

- Pendant la saison des pluies, veillez à couvrir le sol autant que possible avec des plantes ou des résidus de la culture précédente. Lorsque la culture principale est encore jeune et laisse le sol exposé, vous pouvez envisager une seconde culture qui est semée plus tôt ou qui recouvre le sol plus rapidement.
- Ajoutez au sol autant de restes de plantes que possible. Ils améliorent la structure, la vie et la fertilité du sol.

Si vous ajoutez des éléments nutritifs supplémentaires sous forme de fertilisants, prenez soin de ne pas ajouter trop d'azote (N), car il fait pousser les plantes trop rapidement et les rend moins résistantes aux ravageurs. Le phosphate (P) et le potassium (K) par contre, renforcent la résistance des plantes aux maladies. (Voir l'Agrodok $n^0$11 portant sur comment « Gérer la fertilité du sol » et l'Agrodok n^0 2 concernant « la protection des sols contre l'érosion » pour des techniques simples non chimiques).

4 Insectes et acariens

4.1 Le cycle biologique des insectes et des acariens

Les insectes

Presque tous les insectes commencent leur vie en tant qu'oeuf, d'où sortira une larve. La larve évolue en passant par 3 à 6 phases de développement et grandit un peu plus à chaque phase. L'insecte devient adulte après la dernière phase larvaire. Ce changement d'apparence est désigné par le terme de « métamorphose ». Dans une certaine catégorie d'insectes, les adultes ressemblent beaucoup aux larves. On les appelle « insectes à métamorphose incomplète ». Leurs larves sont également appelées « nymphes ». Seuls Les adultes ont des ailes et peuvent se reproduire. La cicadelle brune appartient à ce groupe. Son cycle biologique est illustré dans la figure 12, à gauche. Les nymphes (les larves) consomment généralement les mêmes aliments. Par exemple, les nymphes et les adultes de la cicadelle brune se nourrissent de plants de riz.

Une autre catégorie d'insectes connaît une métamorphose complète ; les larves ont une apparence fort différente de celle des adultes. Leur dernière phase larvaire est suivie d'une phase de dormance, après laquelle l'adulte sort de sa pupe. A droite de la figure 12 il y a le cycle biologique d'une coccinelle, qui est un exemple d'insecte à métamorphose complète. Dans le cas de la coccinelle, aussi bien la larve que les coléoptères adultes mangent des insectes. Mais dans la plupart des autres cas, les larves ont une alimentation plus importante et plus diversifiée que les adultes. On peut citer deux exemples, le ver rose de la capsule du cotonnier (cas 5) et les insectes foreurs des tiges de maïs (cas 13). Dans ces deux cas, seules les larves (les chenilles) nuisent à leurs plantes hôtes, les mites adultes se nourrissent de nectar et de pollen.

Les insectes adultes sont responsables de la reproduction de l'espèce. S'ils ont des ailes, ils peuvent voler d'un champ à l'autre et propager la population sur de plus longues distances. D'habitude, les insectes qui se nourrissent de plantes déposent leurs œufs directement sur une plante hôte sur laquelle les larves peuvent se nourrir. Les larves restent alors sur cette plante ou sur des plantes voisines. Les insectes prédateurs, comme la coccinelle, pondent leurs oeufs sur des plantes hébergeant de nombreuses proies.

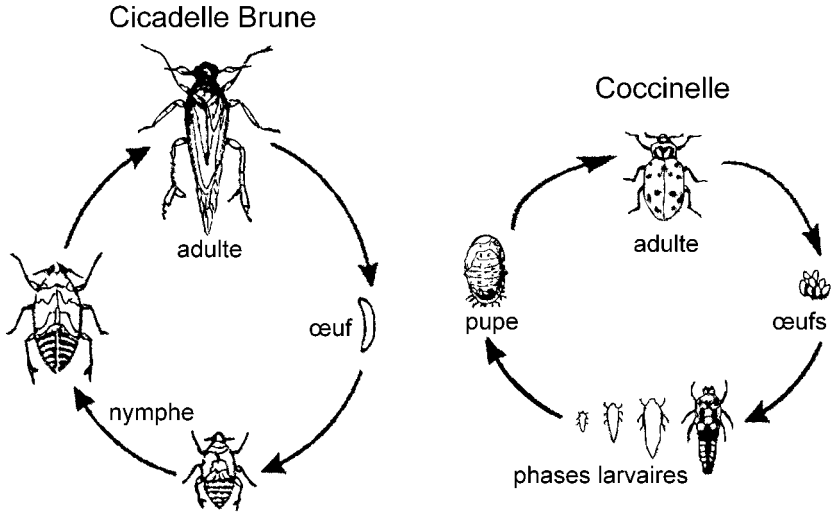


Figure 12 : Cycle biologique de la cicadelle brune (à gauche) et de la coccinelle (à droite). La cicadelle brune est un insecte à métamorphose incomplète ; la coccinelle connaît une métamorphose complète. Pour les détails, voir le texte.

Les pièces buccales des insectes sont adaptées à leurs préférences alimentaires. Les insectes suceurs ont des pièces buccales qui leur permettent de percer la plante et de sucer la sève. Les insectes qui mordent et qui mastiquent ont des mâchoires dures qui leur permettent de couper et de broyer leurs aliments. Certains insectes mangent de nombreuses espèces de plantes, mais la plupart des insectes qui nuisent aux cultures se sont spécialisés pour s'attaquer à une seule espèce ou à

quelques espèces de plantes apparentées. La forme que prennent les insectes dans la période qui s'écoule entre deux cultures, au cours de laquelle ils n'ont pas d'aliments à leur disposition, (que se soit en tant qu'adulte, qu'œuf, que larve ou que pupe) varie selon les espèces.

Les acariens

Les acariens sont plus étroitement apparentés aux araignées qu'aux insectes. Leur taille est inférieure à 1 mm, vous aurez donc besoin d'une loupe pour les examiner. Voir l'image à la figure 13. Tout comme les insectes, les acariens commencent leur vie dans un oeuf. Ils traversent un certain nombre de phases de développement avant de devenir adulte et d'être capable de se reproduire. Un groupe d'individus se trouvant sur une plante tisse souvent une sorte de toile soyeuse pour se protéger.

Les acariens ont des pièces buccales spéciales pour percer des cellules individuelles de plantes et les sucer pour les mettre à sec. Lorsque les points de sucement sont trop rapprochés les uns des autres sur une feuille, cette dernière perdra sa couleur et tombera prématurément. Les plantes gravement atteintes resteront chétives et dépériront. Généralement ce sont les œufs des acariens qui survivent la période de temps qui s'écoule entre deux campagnes. Toutefois, certaines espèces survivent cette période en tant qu'adultes.

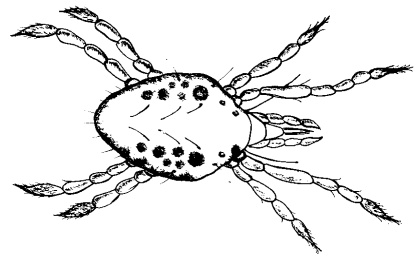


Figure 13 : Acarien (0,1 - 0,8 mm)

Les acariens n'ont pas d'ailes. Ils se déplacent sur la plante et d'une plante à l'autre en marchant. Le vent peut les transporter sur de plus grandes distances.

4.2 Prévention des dommages

Favoriser les ennemis naturels

Les ennemis naturels des insectes ravageurs et des acariens sont vos alliés. Il existe deux catégories d'ennemis naturels : les prédateurs et les parasites. Les prédateurs mangent leur proie. Les principaux prédateurs sont inoffensifs pour les cultures ou les humains. Les prédateurs connus comprennent les araignées, les acariens prédateurs, les coccinelles, les carabes et les syrphes. L'avantage de ces prédateurs est qu'ils se multiplient tout aussi rapidement que leur proie.

Les parasites les plus communs sont les guêpes et les mouches. Elles déposent leurs œufs dans les larves des insectes ravageurs, ensuite leurs larves mangent leur hôte depuis l'intérieur. Les prédateurs dévorent de nombreuses espèces différentes d'insectes ou d'acariens, mais les parasites sont souvent spécialisés pour attaquer un type particulier d'insecte ravageur. A l'âge adulte ils se nourrissent uniquement de pollen et de nectar de fleurs (souvent sauvages).

D'habitude, si les ennemis naturels sont présents en nombre suffisant au début de la saison de croissance, les parasites maintiendront la population d'insectes et d'acariens ravageurs à un niveau acceptable, si bien que la culture reste saine. Voir les cas 3 et 7 relatifs à la cicadelle brune. Le producteur agricole peut prendre des mesures pour aider un peu les ennemis naturels. Une végétation variée autour des parcelles permet de les abriter afin qu'ils survivent dans la période qui s'écoule entre deux campagnes. Vous pouvez stimuler encore plus leur croissance en semant une abondance d'herbes qui fleuriront autour et dans vos champs. Vous pouvez également construire des abris additionnels pour les insectes prédateurs ou les parasites, comme nous le démontrons dans le cas 15 et la figure 14.

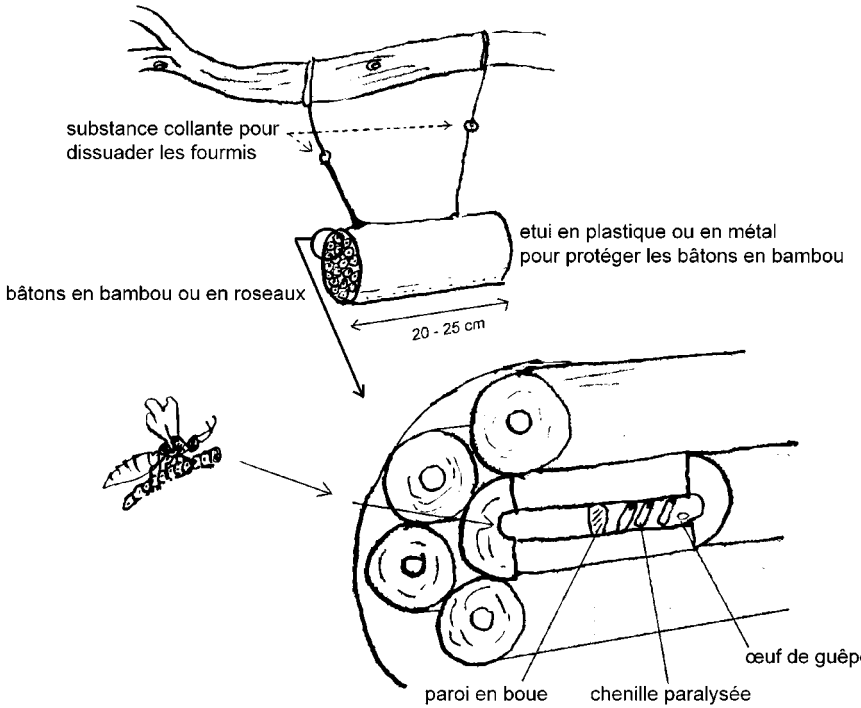

substance collante pour
dissuader les fourmis
etui en plastique ou en métal
pour protéger les bâtons en bambou
bâtons en bambou ou en roseaux
20 - 25 cm
œuf de guêpe
paroi en boue
chenille paralysée

Figure 14 : Abri fait par l'homme pour des guêpes prédatrices (voir le cas 15).

Cas 15 : Abri simple pour permettre aux guêpes prédatrices de protéger leurs larves émergeantes

Les guêpes prédatrices se trouvent dans le monde entier et sont particulièrement abondantes dans les zones tropicales. Ce sont des prédateurs très efficaces, attaquant une vaste gamme d'insectes, mais elles visent particulièrement les chenilles pour nourrir leur progéniture.

Une technique originale, conçue au Vietnam, améliore la lutte contre le ravageur phyllophage (*Sylepta derogata*) du cotonnier en introduisant des nids-trappes pour accueillir les guêpes. Le syllepte est un des principaux ravageurs de la culture du coton au Vietnam. La guêpe solitaire chasse les chenilles et les enferme dans son nid pour fournir une réserve d'aliments vivants aux larves émergeantes.

L'idée est de multiplier les lieux de nidification à proximité des champs où les guêpes prédatrices sont nécessaires. La construction des dispositifs de nidification peut varier, mais le principe reste le même, comme nous l'avons illustré dans la figure 14. Des cylindres de 6 ou 12 mm de diamètre sont bouchés à une de leurs extrémités avec de la boue pour permettre aux guêpes d'y construire leurs nids. Le matériel utilisé varie : bambou, roseaux, planches percées de trous voire même du carton. On attache ensuite plusieurs pièges dans un film de plastique ou de métal et on les place à proximité des champs. Une méthode efficace consiste à les suspendre à de petits arbres. Il est important d'enduire la corde d'une sorte de colle afin de dissuader les fourmis et les termites qui pourraient venir endommager les nids.

Cette technique n'est pas seulement fiable et simple, elle est également efficace contre les sylleptes. Des études menées dans le sud du Vietnam ont révélé un taux de colonisation de 30%, et en moyenne 570 chenilles éliminées du champ pour 100 nids-trappe installés.

Prévenir la prolifération des ravageurs

La végétation qui pousse autour et dans les champs cultivés fait plus qu'héberger les ennemis naturels. Si la végétation autour des champs pousse en hauteur, elle maintient au loin les insectes volants, ainsi que les acariens qui sont transportés par le vent. En outre des avantages mentionnés dans le chapitre 3.2, une deuxième culture dans un même champ peut également agir en tant que barrière physique. Des lignes de certaines cultures spécifiques peuvent repousser ou attirer des insectes ravageurs par l'odeur qu'elles répandent, on les appelle « cultures repoussantes » et « cultures pièges ». Nous avons déjà abordé ce thème dans le cas 13 et la figure 11 de la section 3.2

Rotation des cultures

Si vous pratiquez la rotation des cultures, vous pouvez faire alterner une culture sujette aux appétits d'un ravageur spécifique avec une culture non appréciée par ce ravageur. La rotation des cultures s'inscrit dans une stratégie qui se déploie sur plusieurs années en vue de minimiser le nombre d'insectes ravageurs sur une exploitation.

Saison de croissance courte

Dans le cas où vous produisez une culture principale et la rotation des cultures n'est pas une option réalisable, il est particulièrement impor-

tant de prolonger autant que possible la période qui s'écoule entre deux campagnes. La population d'insectes ravageurs déclinera au cours de la période sans culture. Vous pouvez favoriser ce déclin en enfouissant profondément dans le sol les résidus de plantes qui contiennent les insectes ravageurs, ou bien vous pouvez faire venir les ravageurs à la surface où ils sont vulnérables aux attaques de leurs ennemis naturels. La durée de la saison de croissance peut être limitée lorsqu'on effectue l'ensemencement ou la plantation sur une période aussi courte que possible. Ceci s'applique également à la récolte. Parfois il est préférable de ne pas attendre que le dernier plant ou que le dernier fruit soit mûr pour récolter, car plus on attend, plus il y aura d'insectes ravageurs au moment de planter la culture suivante.

Elimination des résidus de plantes

Lorsque de nombreux insectes ravageurs sont présents après la récolte, il est préférable d'éliminer les restes de culture avec les insectes ravageurs plutôt que de les laisser dans le champ. Toutefois, lorsqu'il y a relativement peu d'insectes ravageurs dans les restes de culture mais de nombreux ennemis naturels, il sera peut-être utile de laisser les résidus dans le champ.

Fertilisation

Il est important de fertiliser de manière équilibrée, en utilisant suffisamment de P et de K et pas trop de N. Un excès de N rend la culture attrayante pour les insectes, et conduit à une culture dense dans laquelle il est plus difficile pour les ennemis naturels des insectes ravageurs de trouver ces derniers.

4.3 Lutte

Même si vous appliquez toutes les mesures préventives mentionnées ci-dessus, il arrive que le nombre d'insectes ravageurs devienne trop élevé et risque de causer des dommages inacceptables à votre culture. Il est donc essentiel de procéder une fois par semaine à une inspection des cultures pour déterminer si la population atteint un niveau critique. En principe, des informations concernant les niveaux critiques (telle

que le nombre de ravageurs par mètre carré ou par mètre d'une ligne) sont disponibles dans votre région ; il s'agit du seuil d'intervention. Dès que le nombre d'organismes ravageurs devient trop élevé, vous pouvez envisager d'entreprendre des actions correctrices.

Attraper les insectes à la main

Lorsque leur population n'est pas encore trop grande, on peut attraper à la main les insectes dont la taille est relativement grande, pour ensuite les écraser entre l'index et le pouce ou autrement.

Attraper les insectes dans des pièges

Bien sûr, il est bien moins fastidieux et moins laborieux de lutter contre ces ravageurs en les attirant dans des pièges. Les types de pièges les plus courants sont ceux qui émettent de la lumière pour attirer les insectes nocturnes, ceux qui sont formés par des bandes jaunes recouvertes de colle, ou ceux qui contiennent une sorte d'appât.

Lutte biologique à l aide d'insectes auxiliaires et de micro-organismes

S'il s'avère que les ennemis naturels des insectes ravageurs et des acariens restent en bordure des champs plutôt que de migrer vers le centre, vous pouvez les porter à la main pour les poser dans le champ. Nous vous présentons une solution élégante dans le cas 16 et la figure 15. Parfois on trouve en vente des insectes auxiliaires élevés ailleurs. Il peut s'agir de prédateurs ou de parasites, mais également de nématodes ou de champignons, bactéries ou virus qui provoquent des maladies. Les nématodes sont utilisés essentiellement pour lutter contre les insectes du sol. Les virus, bactéries et champignons sont vaporisés sur la totalité de la culture et agissent contre les insectes qui se trouvent sur les plantes. Le cas 17, illustre comment les producteurs agricoles peuvent lutter contre un insecte ravageur en introduisant un champignon qui provoque une maladie et en favorisant les conditions de croissance du champignon.

Cas 16 : Des producteurs vietnamiens aident des fourmis prédatrices à conquérir de nouveaux territoires

Les fourmis tisserandes, *Oecophylla smaragdina*, ou fourmi jaune du citron, construisent leurs nids dans les arbres. A partir de là, elles peuvent chasser des insectes. Les cultivateurs d'agrumes et d'autres arbres fruitiers vietnamiens savent que les arbres portant des nids de fourmis tisserandes sont bien protégés contre les insectes ravageurs. Les fourmis noires entravent l'établissement de nouvelles colonies de fourmis tisserandes parce que les fourmis tisserandes et les fourmis noires se combattent. La figure 15 illustre comment les cultivateurs peuvent aider les fourmis tisserandes à établir de nouvelles colonies. Les cultivateurs attirent les fourmis soldat des fourmis tisserandes en attachant une extrémité de corde à un arbre qui porte des nids et l'autre extrémité à un récipient contenant des aliments comme par exemple des crevettes (a). Ensuite, le cultivateur couvre le conteneur d'un sac, le transporte auprès d'un arbre avec des fourmis noires, grimpe au sommet de l'arbre et libère les soldats des fourmis tisserandes (b). Une fois que les fourmis soldats auront vaincu leurs ennemies, le cultivateur ira prendre un nid complet de fourmis tisserandes et l'attachera à l'arbre nouvellement conquis (c).

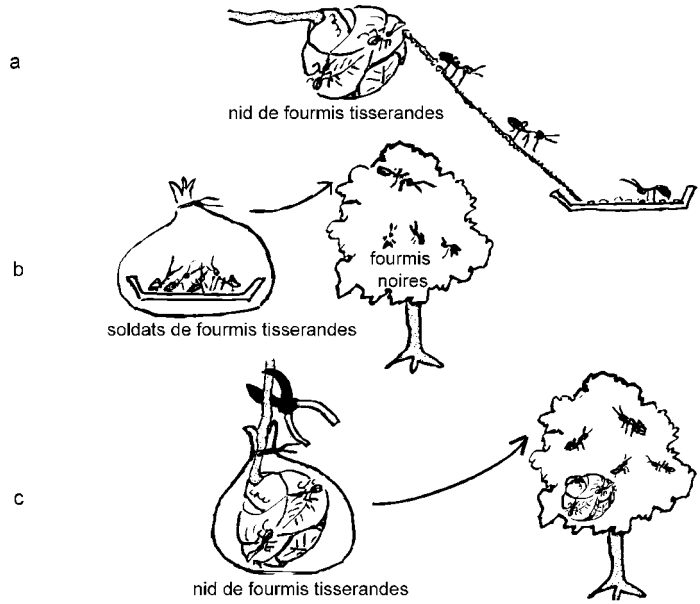


Figure 15 : Les cultivateurs aident les fourmis tisserandes à établir de nouvelles colonies.

Cas 17 : Aux Philippines, les producteurs luttent contre un coléoptère ravageur des palmiers en utilisant une maladie

Le coléoptère *Oryctes rhinoceros* est l'un des insectes qui provoque le plus de dommages aux cultures de palmiers à huile et de noix de coco. Après l'accouplement, la femelle dépose ses oeufs dans des matériaux organiques en décomposition, comme des souches pourries, du compost ou des tas de sciures de bois. Les producteurs rassemblent ces matériaux, les réduisent en petits morceaux et les déposent dans des boites ouvertes (d'environ 0,5 m de haut). Ils introduisent alors dans la boite le champignon *Metarhizium anisopliae* qui tue les insectes. Dès que les oeufs des coléoptères éclorent, ils sont infectés par le champignon et meurent. La technique est remarquablement simple, et le champignon n'a besoin d'être introduit qu'une seule fois. Les fibres en compostage qui ont été inoculés avec des larves infectées forment le matériel de base avec lequel de nouvelles boites seront fabriquées.

Lutte en utilisant des extraits de plantes

De nombreuses espèces de plantes, aussi bien celles qui sont cultivées que les sauvages, contiennent des substances qui peuvent tuer des insectes. Il est très facile de préparer soi-même une bouillie à vaporiser à partir des plantes en question. Les extraits de plantes ont aussi bien des avantages que des inconvénients par rapport aux pesticides chimiques. Les principaux avantages sont :

- Ils sont peu coûteux.
- Ils se décomposent plus rapidement, donc il ne reste pas de résidu sur la culture.

Cas 18 : Les producteurs agricoles du Cameroun sélectionnent des extraits de plantes dotés de propriétés insecticides

Au Cameroun, divers produits et méthodes non chimiques de protection des cultures ont été mis à l'essai dans des conditions locales. Tout d'abord, on a effectué un inventaire des méthodes traditionnelles de lutte contre les ravageurs auprès des petits producteurs des provinces Nord-Ouest, Sud-Ouest et Ouest du Cameroun. Des informations ont été recueillies à partir de leurs réponses ainsi que de documents écrits, et un livret a été préparé pour la diffusion. Au centre rural de formation Mfonta, des groupes de producteurs agricoles ont reçu des formations portant sur les méthodes de protection non chimique des cultures pour lutter contre les ravageurs au niveau de leur exploitation. La méthodologie des formations reposait sur une approche participative et les champs écoles des producteurs. Les champs écoles des producteurs sont traités dans le chapitre 7.

Une des bouillies prometteuses qui a fait l'objet de tests sur le terrain après l'inventaire, était l'huile de ricin (*Ricinus communis*). La bouillie se prépare comme suit : 0,5 kg de graines décortiquées ou 0,75 kg de graines fraîches non décortiquées sont écrasées puis chauffées pendant 10 minutes dans 2 litres d'eau. On ajoute 2 petites cuillères de kérosène et un peu de savon. La solution est alors filtrée (au travers d'un tissu) puis diluée dans 10 litres d'eau froide. La bouillie est alors prête pour être appliquée sur les feuilles, afin de lutter contre les chenilles, les pucerons et les punaises qui mangent les feuilles des cultures de légumes.

Attention : l'huile de ricin est toxique pour les êtres humains ainsi que pour les ennemis naturels des ravageurs.

L'utilisation des extraits de l'arbre Neem, *Azadirachta indica*, est également très répandue. Les extraits de Neem affectent presque 400 espèces d'insectes, y compris les ravageurs importants (mites, charançons, coléoptères et insectes mineurs des feuilles). Ils ne tuent pas directement les insectes, mais ils préviennent efficacement leur reproduction. Les extraits de Neem peuvent se préparer à partir des feuilles, mais les graines contiennent des concentrations plus élevées de composés insecticides. Il faut utiliser 75g de graines (y compris la peau des graines) par litre d'eau. Les graines doivent avoir au moins 3 mois mais pas plus de 8 à 10 mois. La poudre des graines pilées est recueillie dans un sac de mousseline et trempée dans de l'eau pendant une nuit. Le sac est alors pressé et l'extrait filtré. On ajoute un peu de savon au filtrat (1 ml par litre d'eau) pour que l'extrait ait une meilleure adhésion au feuillage des cultures.

On peut également utiliser des feuilles de papayer : cueillir 1 kg de feuilles fraîches, les couper et tremper dans 10 litres d'eau, ajouter 2 petites cuillères de kérosène et un peu de savon, et laisser macérer toute une nuit. Filtrer la décoction avec un tissu, et la bouillie est prête à être appliquée sur les feuilles des légumes, pour les traiter contre les chenilles, les pucerons et les punaises qui mangent les feuilles.

Les principaux inconvénients liés à l'emploi des extraits de plantes sont :

- Leur effet est souvent plus faible que celui des insecticides synthétiques. Il est donc possible que de nombreux insectes survivent au traitement ou qu'ils tombent malade mais se rétablissent par la suite.
- Le dosage requis varie selon les espèces d'insectes. Comme vous fabriquerez la bouillie vous-même, il vous faudra expérimenter pour déterminer le dosage optimal.

- Certains extraits (comme le jus de tabac qui contient de la nicotine) sont fort toxiques pour les êtres humains et les animaux domestiques. Comme pour les pesticides chimiques, vous devez manipuler ces extraits avec beaucoup de précautions.
- La plupart des extraits de plantes sont toxiques pour les prédateurs naturels ou les parasites des insectes ravageurs, l'équilibre naturel sera donc perturbé si vous utilisez ces bio-insecticides.

5 Maladies provoquées par les micro-organismes

Certains micro-organismes, parmi les nombreux champignons, bactéries et virus, peuvent provoquer des maladies chez les plantes. Ces micro-organismes ne sont pas visibles à l'oeil nu. Ce que vous décernez à l'oeil nu n'est pas le micro-organisme lui-même, mais la réaction de la plante au micro-organisme.

Pour ce qui concerne les maladies de plantes, il est important de comprendre qu'une plante est rendue malade par un nombre très élevé d'organismes de taille réduite (pathogènes) qui se propagent dans toute la plante et d'une plante à l'autre. Une fois qu'une plante a été infectée, il est presque impossible de la guérir. Parfois on arrive à arrêter la maladie, mais uniquement en éliminant les parties de plantes qui ont été affectées. Il est préférable de faire tout ce que l'on peut pour éviter que les plantes soient infectées par ces pathogènes. Même si vous ne pouvez pas voir les pathogènes, il est primordial de savoir qu'ils sont présents pour comprendre les moyens de prévenir efficacement la maladie. Nous distinguons deux catégories de maladies : celles qui se propagent au-dessus du sol (les maladies propagées par le biais de l'air ou maladies aériennes) et celles qui vivent sur ou en-dessous de la surface du sol (les maladies du sol).

5.1 Les maladies aériennes

Bien que les maladies propagées par le biais de l'air ne soient pas très visibles, et qu'elles peuvent même rester invisibles au début de la saison de croissance, elles peuvent très rapidement devenir graves. Ce lent début tient aux trois conditions suivantes, qui devront toutes être remplies pour qu'une culture tombe malade :

1 La plante doit être prédisposée à la maladie, c'est-à-dire qu'elle réagira en présentant des symptômes de la maladie lorsqu'elle aura été infectée par une bactérie, un champignon ou un virus.
2 Une source d'infection contenant des pathogènes doit être présente.

3 Les conditions doivent être favorables à la propagation de la maladie.

Prédisposition des plantes aux maladies

Chaque espèce de plante ne peut être affectée que par un nombre limité de maladies causées par des micro-organismes spécifiques ; aucun autre micro-organisme ne provoque des maladies de plantes. De plus, les micro-organismes capables de rendre des plantes malades n'y parviennent d'habitude que sur une seule espèce, un groupe d'espèces apparentées ou plusieurs variétés d'une même espèce. Par ailleurs, la prédisposition des plantes individuelles à une maladie particulière peut varier considérablement – l'une peut avoir une forte prédisposition alors qu'une autre peut avoir une prédisposition moyenne.

Source d'infection

Au début de la saison de croissance, il existe généralement plusieurs sources d'infection à partir desquelles une maladie peut se propager. Les graines ou le matériau de plantation sont souvent une importante source d'infection. Les pathogènes se trouvent à l'intérieur ou sur la surface extérieure des graines, des tubercules ou des autres organes qui sont plantés dans le champ. Les plantes qui poussent en partant de ces sources seront malades plutôt que saines. Les résidus de culture de la campagne précédente peuvent également être une source de maladies. Une troisième éventualité est qu'une maladie survit pendant la période entre deux campagnes sur des plantes ou des mauvaises herbes vivantes de la culture, restées dans le champ après la récolte.

Propagation des maladies d'une plante à l'autre

Une maladie peut se propager d'une plante à l'autre de différentes manières. Les bactéries et certains champignons peuvent se propager sur une petite surface inférieure à un demi-mètre carré par le biais des éclaboussures de gouttes de pluie. D'autres champignons peuvent être portés par le vent sur des distances pouvant atteindre des centaines de mètres. Les maladies aériennes transportées par les gouttes de pluie ou par le vent peuvent se propager rapidement dans une culture pendant une période prolongée de temps humide. Une culture avec une forte

prédisposition à une maladie déterminée peut être entièrement détruite en peu de temps.

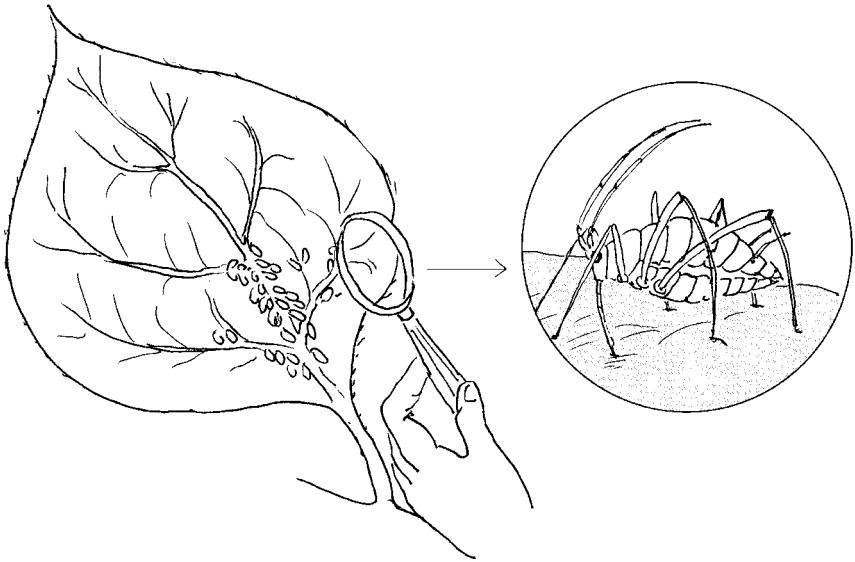


Figure 16 : Maladies transmises par des sèves de plantes portées par des pucerons

De nombreuses maladies peuvent également se propager par l'intermédiaire de la sève des plantes. Les insectes dotés de pièces buccales perçantes peuvent être porteurs de nombreux virus, mais également de bactéries et de champignons. Ils aspirent la sève d'une plante malade et infecteront ensuite la prochaine plante sur laquelle ils viendront se nourrir. Vous-même, vous pouvez involontairement devenir un porteur de maladie si vous entrez en contact avec une plante malade et transmettez les pathogènes aux plantes saines que vous touchez ensuite. Les maladies qui sont transmises exclusivement par le biais de la sève des plantes ne dépendent généralement pas de conditions météorologiques humides.

5.2 Prévention des maladies aériennes

Dans la section précédente, nous avons vu que les maladies aériennes peuvent se développer si trois conditions sont remplies simultanément : la présence de plantes prédisposées ou vulnérables, de pathogènes et des conditions favorables. Afin de prévenir l'occurrence de ces maladies, vous devez faire en sorte qu'au moins une de ces conditions ne soit pas remplie. Dans la présente section, nous traitons les possibilités existantes (1) pour accroître la résistance de la culture, (2) pour diminuer le nombre de sources d'infection, et (3) pour influencer les conditions externes.

(1) Résistance de la culture

Cultiver des variétés résistantes

De nos jours, les variétés cultivées donnent souvent un rendement plus élevé que les variétés traditionnelles. En effet, à notre époque toutes les plantes ont les mêmes traits génétiques qui favorisent les rendements élevés.

Malheureusement, toutes ces plantes ont également une prédisposition aux maladies qui est souvent uniforme. L'amélioration des lignées permet de créer des variétés nouvelles dont le rendement est plus élevé et qui sont résistantes à des maladies spécifiques. Cependant, dans la pratique, on constate souvent que le pathogène s'adapte à la nouvelle situation et peut ultérieurement contaminer la nouvelle variété, ce qui rend nécessaire la création d'une nouvelle variété résistante. Pour pouvoir cultiver des plantes saines, le producteur agricole est alors contraint d'acheter régulièrement des graines ou du matériau de plantation de nouvelles variétés.

Cultiver des mélanges de variétés dont la prédisposition aux maladies n'est pas uniforme

En général, les cultures locales cultivées traditionnellement n'ont pas une prédisposition aux maladies uniforme. Le fait de cultiver simultanément plusieurs variétés dont les caractéristiques de résistance sont différentes présente deux avantages. Premièrement, les plantes indivi-

duelles extrêmement ou modérément résistantes développeront peu de symptômes de la maladie ou n'en développeront aucun. Deuxièmement, comme le font les plantes appartenant à une espèce tout à fait différente, ces plantes capteront les spores propagés depuis les plantes malades, les maintenant ainsi au loin des plantes dont la prédisposition aux maladies est plus forte. Ce principe est illustré par un exemple dans le cas 19. L'autre avantage de cette méthode est que de nouvelles souches du pathogène ne se forment pas aussi rapidement. Cela vous permet également de sélectionner vos propres graines et matériaux de plantation au lieu de devoir en acheter régulièrement. Si vous recueillez vous-même vos propres graines d'ensemencement, l'important est de prélever des graines uniquement sur des plantes saines.

Cas 19 : En Asie, des producteurs empêchent la piriculariose du riz par plusieurs mesures préventives

La piriculariose du riz est une maladie de plante provoquée par le champignon *Pyricularia grisea*. Le champignon tue le tissu de la plante, ce qui devient apparent par des taches et des lignes foncées sur les feuilles et les fleurs. Dans des conditions humides, le phénomène peut s'avérer très destructif et provoquer une forte réduction du rendement.

Les producteurs chinois ont des variétés de riz résistantes à la piriculariose du riz, mais ces variétés ne sont pas très appréciées par les consommateurs locaux. Ces derniers préfèrent de loin le riz local « collant », qui a une forte prédisposition pour la piriculariose du riz.
Pour protéger le riz local, les producteurs encadrent chaque ligne de ce dernier avec 4 lignes d'une variété résistante. De cette manière, la maladie se propage bien plus lentement, et cela permet aux cultivateurs de produire suffisamment de riz collant pour le marché local sans utiliser de fongicides ou en pouvant se contenter d'une seule application.

Au Vietnam, les producteurs subissent également d'importantes pertes de rendement dues à la piriculariose du riz. Les cultivateurs qui ont participé aux champs écoles des producteurs ont appris comment la maladie se développe et les moyens de lutter contre elle sans utiliser de fongicides. (Les champs écoles des producteurs sont traités en détail dans le chapitre 7.) La meilleure solution pour protéger leur culture de riz est de combiner l'emploi de variétés résistantes à une plus faible densité d'ensemencement et à une réduction de la fertilisation d'azote. Ces pratiques ralentissent le développement de la maladie dans le champ.

(2) Réduire les sources d'infection

- Veillez à utiliser des graines et du matériau de plantation sains. Cette précaution est toujours importante, car les maladies provenant de graines ou de matériau de plantation infectés se développent tôt dans la campagne et peuvent causer des dommages considérables avant la fin de la saison de croissance. La meilleure méthode consiste à sélectionner des graines et du matériau de plantation provenant de champs peu affectés ou de champs dont on a éliminé avec soin tous les plants malades.
- Eliminez les résidus de culture. Cette mesure est particulièrement importante pour les pathogènes très contagieux dont on sait qu'ils causent des infections tôt dans la campagne par le biais des résidus de culture.
- Continuez à éliminer les parties de plantes contaminées tant que la maladie n'est pas trop répandue.
- Veillez à maintenir les populations d'insectes ou d'animaux porteurs de la maladie à des niveaux faibles. Un insecte ou un animal capables de transmettre la maladie d'une plante à une autre s'appellent des « vecteurs ». Nous en donnons un exemple dans le cas 20.

Cas 20 : Les producteurs agricoles du Soudan peuvent prévenir une infection virale dans la tomate en repoussant l'insecte porteur

Le virus de l'enroulement chlorotique des feuilles de la tomate connaît de nombreuses plantes hôtes, mais il est particulièrement nuisible aux jeunes plants de tomate. Les plantes infectées se rabougrissent et produisent des petites feuilles déformées. Les fruits qu'elles portent sont invendables. La maladie est transmise d'une plante à l'autre par la mouche blanche, *Bemisia tabaci*. On peut limiter la propagation de la maladie en luttant contre la mouche blanche.

Au Soudan, peu de producteurs agricoles utilisent des insecticides. Par contre, ils plantent la coriandre comme culture de soutien dans le champ de tomates. La coriandre agit en tant qu'insectifuge ; elle éloigne les mouches blanches des plants de tomates. Les rendements ainsi obtenus sont plus élevés que ceux que l'on obtient en utilisant des insecticides.

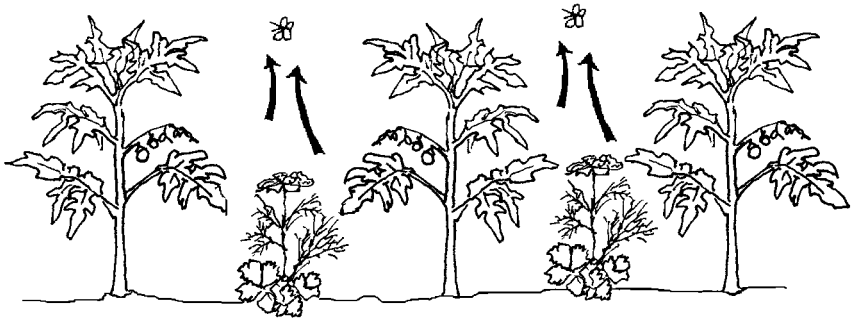


Figure 17 : La coriandre agit en tant qu'insectifuge : elle éloigne la mouche blanche des plants de tomates.

(3) Influencer les conditions externes

- Un sol de bonne qualité assure une croissance optimale de la culture. De bonnes conditions de drainage et de structure du sol sont des facteurs importants. Lorsque la culture peut pousser de façon optimale, elle est moins sensible à de nombreux pathogènes.
- Une fertilisation équilibrée (pas trop de N, et suffisamment de P et de K) remplit deux objectifs. Elle assure une meilleure résistance aux maladies de la culture et fait de sorte que le feuillage ne devienne pas trop dense.
- Vous pouvez également réduire la densité de la culture en ayant moins de plantes par mètre carré. Dans une culture dense, l'humidité de l'air est souvent élevée, ce qui favorise le développement des maladies.
- La présence de végétation autour d'un champ protège la culture des spores de champignons portés par le vent et des insectes volants qui propagent des virus. Plus la végétation est haute, plus la barrière qu'elle forme sera effective.
- Une deuxième culture qui pousse dans un même champ (cultures associées) est encore plus effective que de la végétation plantée autour du champ en ce qui concerne la captation des spores de l'air.

5.3 Les maladies du sol

Les maladies du sol pénètrent dans les racines ou à la base de la tige d'une plante. En restant dans le sol, elles peuvent survivre durant une période où il n'y a pas de cultures vulnérables dans le champ. Peu de pathogènes en sont capables. La plupart des sols contiennent divers animaux de petite taille, de même que de nombreux micro-organismes qui se combattent sans cesse à mort. Les maladies du sol ont des formes inactives (dormantes) spécialisées, qui leur permettent de survivre dans cet environnement hostile. Ces formes dormantes peuvent s'activer et pénétrer les racines des plantes vulnérables dès que celles-ci commencent à pousser à leur proximité.

Selon la maladie, les symptômes peuvent inclure la mort des semis (fonte de semis), la pourriture des racines, le flétrissement et la mort de la plante entière. De nouvelles formes dormantes sont produites sur les plantes contaminées et finissent par atteindre le sol.

Les maladies du sol se propagent lentement dans un champ. Au début, la maladie se limite à quelques plantes spécifiques ou à quelques petites surfaces de plantes affectées dans un champ. Ces surfaces ne s'étendent que lentement, au fur et à mesure que la saison avance. Cependant, si on pratique la même culture, ou une autre culture vulnérable, pendant plusieurs années consécutives sur le même champ, le nombre de pathogènes augmentera chaque année ou chaque campagne. Involontairement, vous pouvez accélérer la propagation de la maladie en déplaçant des particules de sol et du matériau de plantation.

5.4 Prévention des maladies du sol

Les maladies du sol sont beaucoup moins influencées par des conditions météorologiques humides que les maladies aériennes. Pour assurer la prévention contre ces maladies, on met surtout l'accent sur la culture de variétés qui ne sont pas (ou qui sont très peu) prédisposées à les attraper. Le fait de cultiver des variétés résistantes présente deux avantages : la culture résistante reste saine malgré la présence des pathogènes dans le sol, et le nombre de pathogènes dans le sol décroîtra

pendant que la culture résistante se développe. Ainsi, après deux saisons de croissance, il sera à nouveau possible de planter une espèce plus vulnérable.

Inclure davantage de cultures dans la rotation

Le problème des maladies du sol s'accentue si vous cultivez une espèce vulnérable ou des espèces apparentées sur un même champ au cours de plusieurs campagnes successives. Plus la fréquence des cultures résistantes est élevée dans la rotation des cultures, plus la réduction du nombre de pathogènes sera rapide et moins il y aura de chances que des maladies apparaissent. Le flétrissement bactérien (cas 21) est un exemple typique de maladie du sol pour laquelle la rotation des cultures joue un rôle important en matière de prévention.

Cas 21 : Lutter contre le flétrissement bactérien dans les cultures de pomme de terre et de tomate

Le flétrissement bactérien est une maladie du sol causée par *Ralstonia solanacearum* (anciennement appelé *Pseudomonas solanacearum*) qui s'attaque à un large éventail d'espèces de plantes, et qui est particulièrement nuisible à la tomate et à la pomme de terre. Pour la tomate, les premiers symptômes sont un flétrissement soudain des nouvelles feuilles (comme indiqué dans la figure 3) et du léger jaunissement des feuilles plus âgées. Au fur et à mesure que la maladie évolue, les plantes flétrissent pour de bon et meurent. Pour confirmer que la maladie est le flétrissement bactérien, les producteurs coupent un bout de la tige de 2 à 3 cm de long à sa base et le mettent dans un récipient en verre rempli d'eau claire. Dans les quelques minutes qui suivent, des fils laiteux se dégagent du morceau de tige (voir la figure 18).

Les variétés résistantes de tomate et de pomme de terre sont peu répandues. Les variétés résistantes qui donnent également des produits de bonne qualité alimentaire ne sont pas disponibles du tout. C'est la raison pour laquelle le flétrissement bactérien est difficile à éradiquer ; mais des producteurs d'Asie et d'Amérique du sud ont trouvé des moyens de réprimer la maladie. La rotation des cultures est une des mesures les plus effectives pour lutter contre cette maladie. Il est recommandé d'alterner une culture de pommes de terres ou de tomates avec au moins deux (et de préférence trois) cultures non sensibles à la maladie.

Ensuite, il convient de planter une variété tolérante ou modérément résistante de pommes de terre ou de tomates, si disponible. Evitez les cultures appartenant à la même famille que la tomate et la pomme de terre, comme par exemple l'aubergine, le poivron et le tabac. Evitez également le bananier, le gingembre et l'arachide. Les cultures appropriées pour la rotation avec la tomate ou la pomme de terre sont : l'herbe de fourrage ou les céréales, l'oignon, l'ail, le poireau, le chou-fleur, le brocoli, la moutarde et autres espèces de la famille des choux ; la plupart des légumineuses, y compris le pois et le haricot, mais pas les arachides ; la citrouille, le concombre, la courgette.

Comme le flétrissement bactérien se transmet facilement d'un champ à l'autre et d'une saison à la suivante, des précautions supplémentaires doivent être prises pour éviter la propagation de la maladie :

- Pendant la récolte et avant la rotation, les résidus de culture doivent être éliminés et enterrés au loin de la parcelle et des canaux d'irrigation.
- Pendant la rotation des cultures, éliminer les mauvaises herbes et les repousses de tomate et de pomme de terre qui apparaissent.
- De même, il faut éviter que l'eau d'irrigation ou de pluie puisse s'écouler d'un champ infesté vers les champs voisins. A cette fin on peut creuser des fossés de drainage.
- Il faut nettoyer les outils, les chaussures et les sabots des animaux.

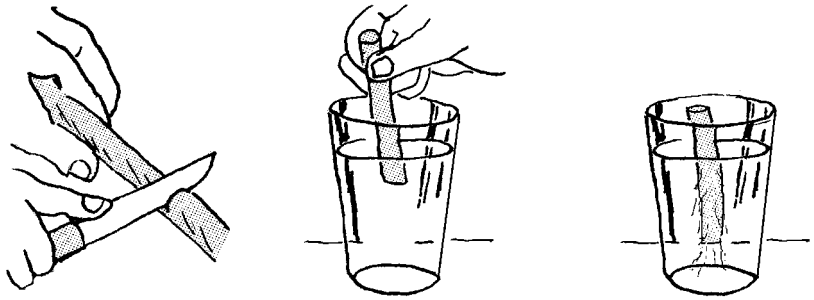


Figure 18 : Méthode qui permet de détecter le flétrissement bactérien dans le champ. Pour plus de précision, voir le cas 21.

Cultiver des variétés résistantes

Les variétés faiblement résistantes ne tombent pas aussi souvent malade que les variétés à forte prédisposition aux maladies. En outre, elles ralentissent le développement de la maladie dans le sol et peuvent même la réprimer. Une alternative consiste à greffer une variété vulnérable à la maladie à un système racinaire résistant.

Graines et matériau de plantation sains

Si une maladie est déjà présente dans le sol, le fait d'ajouter un petit nombre des mêmes pathogènes par le biais des graines ou du matériau de plantation ne fera pas beaucoup de différence. Cependant, pour éviter que la maladie ne se propage aux champs non contaminés, il est important de n'utiliser que des graines et du matériau de plantation sains.

Lutte biologique visant les graines et le matériau de plantation

On peut protéger les graines et le matériau de plantation en les traitant avec une préparation bactériologique ou fongique. Les champignons ou les bactéries produisent des substances qui protègent le semis contre les maladies du sol dans la première phase de croissance. Le cas 22 présente un exemple dans lequel un champignon est incorporé au matériau de plantation ou directement au sol.

Cas 22 : Le champignon *Trichoderma* permet de lutter contre les maladies du sol à Cuba

Le *Trichoderma* est présent dans le monde entier, dans le sol et dans le matériel organique en décomposition. Il n'attaque pas et ne tue pas les plantes vivantes ; il est même salutaire pour les producteurs agricoles. Il aide la décomposition du matériel organique, libérant des fertilisants pour les cultures. Il protège également les cultures des maladies du sol et des animaux qui s'attaquent aux racines des plantes. Le champignon vit à proximité des racines de la culture, où il attaque – ou étrangle – les ravageurs de la culture. Il produit également des substances chimiques (antibiotiques) qui sont toxiques pour les autres micro-organismes.

Le *Trichoderma* n'est pas constitué d'une seule souche ni d'une seule espèce. En réalité il a de nombreuses souches, et chacune d'entre elles est plus ou moins adaptée à des températures ou à une tâche déterminées, comme par exemple la protection des plantes contre les maladies ou la décomposition des plantes mortes.

A Cuba, on a sélectionné quelques souches de *Trichoderma* ayant de bonnes propriétés. On les cultive en grandes quantités en laboratoire, dans des citernes. Les producteurs agricoles pulvérisent le champignon directement sur le sol où les cultures ont été plantées. Parfois, ils le mélangent à du fumier, à du compost ou à d'autres fertilisants organiques.

On utilise le *Trichoderma* également dans plusieurs autres pays que Cuba. Dans la plupart des cas, les souches sélectionnées sont cultivées dans des citernes et distribuées aux agriculteurs.

La présente étude de cas montre que les champignons présents dans la nature peuvent être un grand appui dans la lutte contre les maladies. Pour la plupart des producteurs agricoles, le *Trichoderma* cultivé en laboratoire n'est pas disponible. Mais ils peuvent expérimenter sur leur exploitation avec du *Trichoderma* obtenu dans un tas de compost bien décomposé. Ils peuvent appliquer le compost directement sur le sol ou ils peuvent le faire tremper dans de l'eau pendant plusieurs heures et ensuite pulvériser le liquide obtenu sur le sol contenant une maladie.

Améliorer la structure du sol

Si vous prenez des mesures pour assurer une bonne structure du sol, vos cultures seront plus résistantes aux maladies. Ces initiatives stimulent également la vie dans le sol, de sorte que les ennemis naturels des pathogènes auront de meilleures chances pour éliminer ces derniers.

La solarisation

La solarisation demande beaucoup de main d'œuvre. Ainsi, cette pratique ne convient qu'à des superficies de culture réduites, comme par exemple dans une pépinière. On ameublit le sol jusqu'à une profondeur de 15 à 25 cm (toute la couche arable), on arrose bien et on recouvre d'un film en plastique. Le soleil chauffera alors cette couche de terre pour atteindre des températures qui tueront la plupart des organismes. Cette méthode combat les bactéries et les champignons qui provoquent des maladies, ainsi que les mauvaises herbes.

6 Les mauvaises herbes

6.1 Cycle biologique et effets

Avant ou pendant l'ensemencement ou la plantation d'une culture, on prépare souvent un lit de semis en ameublissant la couche superficielle du sol et en éliminant les plantes qui s'y trouvent. Ces activités créent les conditions adéquates pour faire germer les graines et pousser la culture. Toutefois, ces conditions sont également idéales pour la germination et la croissance des mauvaises herbes. Les mauvaises herbes font concurrence à la culture, car elles partagent le même espace et se servent des mêmes facteurs de lumière, éléments nutritifs et eau. Cette concurrence entraîne une croissance rabougrie de la culture. Les mauvaises herbes peuvent également être nuisibles parce qu'elles hébergent des maladies et des animaux ravageurs qui menacent la culture. Il y a des mauvaises herbes parasites, parmi lesquelles figure le *Striga,* qui, comme les pathogènes, infectent les racines de la culture et en extraient de l'eau, des éléments nutritifs et des sucres.

Les mauvaises herbes peuvent être des plantes annuelles ou des plantes pérennes. Les mauvaises herbes annuelles (tel que le panic pied-de-coq, *Echinochloa crus-galli* : voir la figure 19 à droite) produisent des graines puis meurent en une année. Elles sont bien adaptées à survivre dans des conditions instables, comme par exemple dans des champs de culture annuelle dont la terre est travaillée plus souvent. Les plantes annuelles se multiplient exclusivement par le biais de leurs graines, et presque toutes les graines tombent au sol autour de la plante mère. Certaines espèces ont des graines avec des appendices qui leur permettent d'adhérer à la fourrure des animaux ou d'être portées par le vent sur des distances pouvant atteindre des centaines de mètres. Les graines mûres qui tombent de la plante ne germent pas immédiatement mais restent en dormance pendant au moins quelques semaines. Après cette période de dormance, si les conditions sont favorables, elles germeront. La germination s'effectue pratiquement toujours dans les premiers 2 cm du sol. Une fois que le lit de semis est

préparé, un pourcentage élevé des graines de mauvaises herbes présentes dans le sol germeront.

Figure 19 : Impérate cylindrique (une mauvaise herbe pérenne) et panic pied-de-coq (une mauvaise herbe annuelle) : voir le texte pour plus de détails.

Les mauvaises herbes pérennes produisent également des graines, mais en général dans des quantités très inférieures à celles des espèces annuelles. Un exemple de mauvaise herbe pérenne est l'impérate cylindrique, *Imperata cylindrica*, illustrée dans la figure 19, à gauche. Les mauvaises herbes pérennes survivent à la saison sèche grâce à l'accumulation des nutriments dans des organes végétatifs, tels que les racines, les rhizomes, les tubercules ou les bulbes. Ces nutriments sont produits dans les pousses au dessus du sol pendant la saison des pluies. Ils peuvent survivre pendant une période assez longue même si on enlève les pousses. De nouvelles pousses émergeront des organes

souterrains au début de la nouvelle saison de croissance. En raison de leurs réserves en nutriments, ces plantes ont généralement une croissance plus vigoureuse que les plantes annuelles. Elles peuvent même former de nouvelles pousses à partir de profondeurs de 10 à 20 cm. Les jeunes pousses qui émergent ainsi ont une croissance plus rapide que les plantes annuelles à l'état de semis.

Si vous ne prenez aucune mesure pour lutter contre les mauvaises herbes, la culture et les mauvaises herbes arriveront (dans le meilleur des cas) à maturité au même moment. Toutefois, les mauvaises herbes pousseront toujours au détriment de la culture, donc à la fin de la saison de croissance le rendement de la culture s'en trouvera réduit. Il peut également arriver que les mauvaises herbes envahissent totalement la culture dès le début de la saison, ruinant ainsi la totalité de la récolte.

6.2 Lutte

Dans la pratique, il sera presque toujours nécessaire d'éliminer tôt dans la saison la plupart des mauvaises herbes pour éviter les dommages importants. La lutte non chimique contre les mauvaises herbes est intensive en main d'œuvre, mais c'est indispensable. Les mesures préventives ont pour objectif de réduire la main d'œuvre requise ultérieurement pour lutter contre les mauvaises herbes dans la culture en cours ou les cultures qui y succèderont.

La principale méthode non chimique pour lutter contre les mauvaises herbes sur une petite exploitation consiste à arracher les herbes à la main ou à les couper à l'aide de simples outils à main (pour des exemples, voir le cas 23 et la figure 20). Vous ne pourrez utiliser des outils que s'il y a suffisamment d'espace entre les plantes de la culture. Une fois que la culture a été plantée, il est important de perturber le sol le moins possible lorsqu'on arrache ou coupe les mauvaises herbes. La plupart des graines de mauvaises herbes qui ont germées se trouvent dans la couche supérieure du sol ; si de la terre profonde est ramenée

plus près de la surface, les graines non germées qui s'y trouvent auront la possibilité de germer également.

Cas 23 : Equipements pour désherber manuellement

Il existe différents outils pour différentes tâches. Ici, nous présentons 4 groupes d'outils à main.

- On utilise la machette pour couper au-dessus du sol les mauvaises herbes de grande taille.
- Les houes à creuser conviennent pour labourer le sol et billonner, elles sont moins appropriées au désherbage parce qu'elles stimulent la germination des mauvaises herbes.
- Les binettes à tirer et à pousser sont utiles pour couper les mauvaises herbes juste en-dessous de la surface du sol. Elles sont moins adéquates pour en cas de sols durs.
- Les houes à roues porteuses ne sont utiles que dans des cultures plantées en lignes. Souvent on peut y attacher toute une série de pièces auxiliaires.

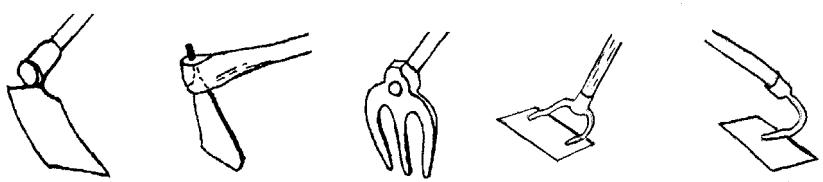


Figure 20 : De gauche à droite : 3 houes à creuser, binette à pousser et binette à tirer

Il vous faudra continuer à lutter contre les mauvaises herbes jusqu'au moment où la culture formera une canopée fermée. Le manque de lumière qui en résulte entravera la germination de nombreuses espèces de mauvaises herbes annuelles. Certaines des espèces seront toujours capables de germer, mais les plants resteront petits et n'auront pas la force de concurrencer la culture.

Les mauvaises herbes pérennes sont plus difficiles à combattre que les espèces annuelles. Une fois que les pousses ont été arrachées ou coupées, la plante pourra en former de nouvelles depuis la même source, ou encore depuis les organes reproducteurs qui se trouvent plus en profondeur. Il faudra effectuer plusieurs traitements contre ces plantes

au cours de chaque campagne, jusqu'au moment où leurs organes reproducteurs seront épuisés et où ils ne seront plus à mesure de former de nouvelles pousses.

6.3 Prévention

Les mesures préventives ne seront jamais suffisantes pour garder une culture entièrement libre de mauvaises herbes. Cependant, il est possible de réduire le temps requis pour lutter contre les mauvaises herbes dans le champ. Certaines mesures visent toutes les plantes qui peuvent éventuellement causer des problèmes, d'autres ciblent plus particulièrement une ou plusieurs espèces souvent problématiques. Dans les deux cas, il faudrait respecter quatre principes généraux :

- Epuiser les réserves de graines des plantes annuelles ainsi que les organes des espèces pérennes présentes dans le sol.
- Faire en sorte que de nouvelles graines de mauvaises herbes ne peuvent pas entrer dans le sol.
- Minimiser les superficies ouvertes où les mauvaises herbes pourraient germer et se développer.
- Planter les cultures de manière à faciliter l'utilisation des équipements de désherbage.

Dans le cas 24, nous illustrons par un exemple mexicain comment on peut combiner plusieurs méthodes préventives contre les mauvaises herbes.

Epuiser les réserves de mauvaises herbes

Offrir des abris pour les animaux granivores

Une végétation qui pousse autour des champs permet d'héberger des mammifères, des oiseaux et des insectes qui se nourrissent de graines. Le fait de pratiquer plusieurs cultures au même moment dans un même champ fera également accroître la population d'animaux granivores. L'effet produit sur le développement ultérieur des mauvaises herbes varie et ne se laisse pas prédire avec précision.

Améliorer la biodiversité dans le sol

Si on prend des mesures pour améliorer l'activité biologique dans le sol (voir le chapitre 3), les animaux qui y vivent mangeront davantage de graines et les micro-organismes en tueront également davantage.

Labourer

Les couches supérieures du sol dans les champs où une nouvelle culture a été plantée ou semée sans que la terre ait été labourée au préalable sont toujours riches en graines de mauvaises herbes. Le mélange de la couche superficielle du sol avec des couches plus profondes réduit le nombre de graines aptes à germer. Une méthode de labourage qui retourne toute la couche supérieure du sol et la remplace par de la terre plus profonde est donc la manière la plus efficace de lutter contre les mauvaises herbes annuelles. Bien entendu, les graines de mauvaises herbes seront ramenées à la surface au cours de la campagne suivante, mais leur nombre aura largement diminué, car une partie aura dépéri, aura été mangée par des animaux ou abîmée par les micro-organismes.

Faux lit de semis

Si on ensemence la culture immédiatement après avoir préparé le lit de semis en ameublissant les quelques centimètres superficiels du sol, les mauvaises herbes commenceront à pousser avant ou au même moment que la culture. Une alternative consiste à faire un faux lit de semis, c'est-à-dire à préparer la terre mais sans l'ensemencer immédiatement. La plupart des graines de mauvaises herbes qui se trouvent dans la couche superficielle du sol vont alors germer, et on pourra les éliminer à la houe. Si le temps le permet, on peut répéter ce processus avant de semer réellement la culture.

Rotation des cultures

Une rotation des cultures bien réfléchie permet non seulement d'épuiser les réserves existantes de graines de mauvaises herbes, mais également d'empêcher que de nouvelles graines viennent s'ajouter dans le sol. Il est préférable d'alterner les cultures qui se développent rapidement de manière à former une canopée qui recouvre le sol avec

des cultures où l'on peut manier la houe pendant des périodes plus longues. Si les mauvaises herbes pérennes se multiplient malgré les mesures que vous déployez contre elles, la rotation des cultures est une des quelques options qui restent à votre disposition pour réduire le nombre de plantes de mauvaises herbes.

Cas 24 : Comment les maraîchers mexicains gagnent la guerre contre les mauvaises herbes

La culture simultanée d'une diversité de légumes est une ancienne pratique agricole au Mexique. Les producteurs agricoles utilisent du carton aplati pour couvrir le sol nu qui sépare deux parcelles cultivées. Dans les parcelles, ils éliminent les mauvaises herbes à la main et à l'aide d'outils simples servant à creuser. Une fois que le sol est recouvert par la culture, l'ombre de celle-ci ralentit ou arrête la croissance des mauvaises herbes.

En été, lorsque les températures deviennent trop élevées pour la croissance des légumes, les cultivateurs coupent toute la végétation. Ensuite, ils recouvrent le sol de morceaux de plastique usagé pour faciliter la solarisation. Le plastique noir est idéal, mais tout plastique usagé fait l'affaire. Humidifier la superficie solarisée fait germer les mauvaises herbes, qui périront par la suite sous les températures torrides en dessous du plastique.

Lorsque le temps se rafraîchit, les cultivateurs plantent des fèves. Cette culture de couverture permet aux graines de mauvaises herbes restantes de germer. La culture devient tellement dense que les plantes des mauvaises herbes restent très petites de taille et ne produisent pas de nouvelles graines. Les fèves sont récoltées et consommées localement. On laisse la culture sur le champ jusqu'au début du printemps, où on les coupe pour les laisser se décomposer sur place, fournissant des éléments nutritifs pour les cultures de légumes suivantes.

Réprimer l'apparition de nouvelles mauvaises herbes

Prévenir la production des graines et des autres organes reproducteurs

Pendant la saison de croissance, plusieurs mauvaises herbes peuvent pousser sans gravement nuire au rendement. Cependant, il est conseillé de faire tout le possible pour empêcher ces herbes de produire des graines ou d'autres organes reproducteurs. Ceci s'applique en particulier aux espèces qui causent souvent des problèmes pour d'autres cultures.

Une récolte peut être suivie d'une période pendant laquelle la croissance de plantes est possible alors que le champ n'est pas cultivé. Vous pourriez profiter de cette jachère pour lutter contre les mauvaises herbes pérennes – et bien entendu, vous pourrez lutter contre les herbes annuelles en même temps pour éviter qu'elles forment des graines. Vous pourriez également choisir de planter une culture supplémentaire qui recouvre le sol rapidement. Cette couverture végétale étouffera le développement ainsi que la production des organes reproducteurs des mauvaises herbes.

Graines et matériau de plantation dépourvus de mauvaises herbes
Le nettoyage des graines et du matériau de plantation pour garantir qu'ils sont dépourvus de mauvaises herbes est un important élément de l'hygiène phytosanitaire, notamment parce que les graines peuvent être contaminées avec des graines de mauvaises herbes. Même si le nombre de graines de mauvaises herbes est relativement petit par rapport aux graines qui se trouvent déjà dans le sol il, est important de procéder à un nettoyage méticuleux des graines. N'oubliez pas que la plupart des graines de mauvaises herbes qui se trouvent parmi les graines proviennent d'espèces particulièrement bien adaptées à la culture en question. Si les graines proviennent d'ailleurs, elles pourraient introduire sur l'exploitation de nouvelles espèces de mauvaises herbes que vous ne connaissez pas encore.

Dans le cas 25, nous présentons un exemple de contamination par de mauvaises herbes dans des graines mais également des jeunes plants de pépinière.

Cas 25 : Avantage lié au nettoyage des graines de culture et des plants de pépinière aux Philippines
Le panic pied-de-coq, *Echinochloa crus-galli*, est un grave problème pour la culture du riz et des autres céréales. Cette mauvaise herbe concurrence la culture pour obtenir de la lumière, mais elle étouffe également le tallage, c'est-à-dire la production de nouvelles pousses à partir de la base de la tige. Dans les premières phases de croissance, le panic pied-de-coq est souvent confondu avec le riz. On peut même le transplanter aux côtés des jeunes plants de riz.

Pour éliminer le panic pied-de-coq des pépinières de riz, il faut apprendre quelles sont les différences entre une plante de riz et une plante de panic pied-de-coq. Une feuille de riz a une ligule prononcée, c'est une excroissance au niveau où la feuille et la tige se rejoignent. Il a également des petites auricules qui sont bien prononcées, ce sont des excroissances à l'endroit où la gaine et le limbe se rejoignent. Le panic pied-de-coq n'a ni ligule ni auricules, comme vous le verrez dans la figure 21. En outre, une feuille de panic pied-de-coq a un limbe lisse alors que celui du riz est dentelé et ce dernier peut être aussi tranchant qu'une lame de rasoir.

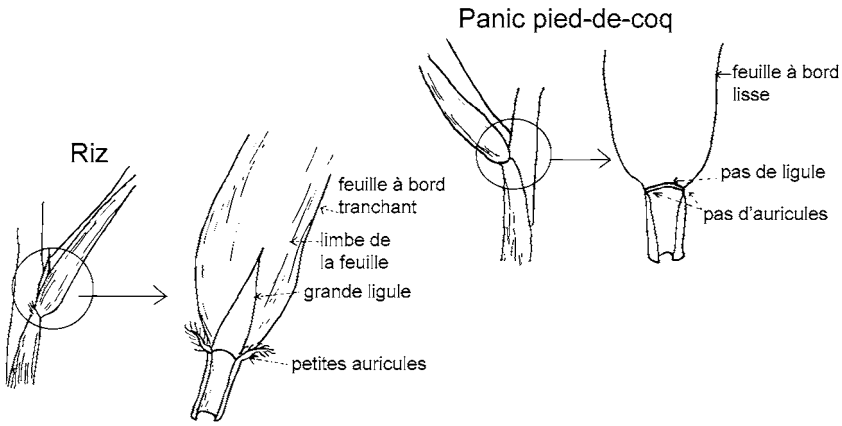


Figure 21 : Feuilles de riz (à gauche) et de panic pied-de-coq (à droite), illustrant comment on peut distinguer une espèce de l'autre.

Limiter les possibilités de développement des mauvaises herbes

Cultures de couverture et paillis

Si on choisit de cultiver une culture dont les plants doivent être assez espacés les uns des autres en lui associant une deuxième culture, le sol sera couvert plus rapidement et moins d'efforts seront requis pour lutter contre les mauvaises herbes. Une autre possibilité consiste à combiner une culture poussant en hauteur avec une culture restant plus près du sol. Initialement, la deuxième culture aura une croissance ra-

bougrie, mais dès que la première culture commencera à mûrir ou sera récoltée, laissant en principe plus d'espace au développement des mauvaises herbes, la deuxième culture commencera à réprimer les mauvaises herbes. On peut également utiliser des restes de plantes, en tant que paillis, pour recouvrir le sol et prévenir la croissance des mauvaises herbes.

Assurer un avantage pour la culture

Nous présentons deux exemples dans le cas 26 et le cas 27.

Cas 26 : Méthode pour réprimer la croissance du panic pied-de-coq dans le riz aux Philippines

Les pousses de riz contiennent des pores d'air par le biais desquels l'oxygène peut se diffuser jusqu'aux racines. Cette qualité permet au riz de pousser dans des conditions anaérobies, boueuses et inondées. Les racines du panic pied-de-coq n'ont pas cette caractéristique. La transplantation du riz sur une parcelle correctement préparée, inondée ou boueuse, empêchera le développement d'une grande population de mauvaises herbes. Si l'on pratique l'ensemencement direct, on donne un avantage au riz en utilisant des graines pré-germées.

De nombreux producteurs agricoles pratiquent l'ensemencement direct du riz. Pour donner à la culture un avantage de concurrence par rapport aux mauvaises herbes, ils peuvent utiliser des graines pré-germées. Ils peuvent également augmenter la densité d'ensemencement. Aux Philippines, cela impliquerait une augmentation de la densité d'ensemencement de 50%. Une troisième option consiste à ajouter des fertilisants en-dessous des graines de riz, de sorte que le riz en profite d'avantage que les mauvaises herbes.

Cas 27 : Stratégies relatives au *Striga* au Cameroun

En Afrique subsaharienne, la précipitation est souvent un facteur limitatif pour la croissance. C'est la raison pour laquelle les producteurs agricoles appliquent un système de double billonnage pour cultiver les céréales et les légumineuses. Ils font des billons en utilisant la terre provenant des premiers centimètres du sol, qui contiennent la majeure partie des graines de *Striga.* Ensuite, ils sèment les céréales et les légumineuses au bas du billon, où les conditions d'humidité sont nettement meilleures que sur la crête. Par conséquent, la plupart des graines de *Striga* ne germent pas ou ne se fixent pas sur les racines des plantes cultivées.

Fertilisation
Si le sol n'a pas fait l'objet d'une bonne fertilisation, la culture ne pourra pas se développer pour couvrir la surface du sol et sera longuement vulnérable à une infestation de mauvaises herbes. Si on pratique la culture en lignes, il est possible d'appliquer les fertilisants uniquement au niveau des lignes cultivées, de sorte que les plants cultivés soient les seuls à en bénéficier.

Faciliter l'utilisation des outils de désherbage

Espacement des plantes
Par l'expérimentation, les experts ont déterminé les distances optimales entre les plantes pour chaque culture, afin de maximiser le rendement. Toutefois, pour lutter contre les mauvaises herbes, il peut être souhaitable d'adapter quelque peu cette distance optimale. Les cultures dont les plants sont répartis uniformément dans un champ peuvent être semées un peu plus densément, pour que les mauvaises herbes aient moins de possibilités de germer. Si cette mesure n'élimine pas suffisamment le développement des mauvaises herbes, la culture peut également être semée en lignes, avec de faibles espacements entre les plants dans une même ligne et avec de plus grands espacements entre les lignes. On peut ainsi désherber entre les lignes avec un outil.

7 Cycle biologique du *Striga* et options pour le combattre

7.1 Introduction

En Afrique et dans le sud de l'Asie, le *Striga* constitue un énorme problème pour la production des céréales et des légumineuses à grains. La réduction moyenne de rendement due au Striga est estimée à environ 40%, et dans les champs infestés il est possible de perdre toute la récolte. Le *Striga,* également appelé «herbe des sorcières », est un nom commun désignant une famille de plantes qui peut parasiter les racines des céréales et des légumineuses et survivre au détriment de la culture sur laquelle elles se sont fixées.

7.2 Le cycle biologique

Dans la figure 22 vous voyez le cycle biologique du *Striga*. (Les lettres ci-dessous correspondent aux lettres de la figure).

A. Conditions : le *Striga* n'apparaît que dans conditions météorologiques favorables, qui se présentent souvent au début de la saison des pluies. Dans des conditions défavorables, les graines ne germent pas.

B. Germination : le *Striga* germe surtout en présence de jeunes semis d'une plante cultivée.

C. Fixation et pénétration : le *Striga* se fixe sur les racines des plantes cultivées à l'aide de racines parasitiques spécifiques (les haustoria). Il se nourrit de l'eau et des éléments nutritifs de la plante hôte qui présentera donc des symptômes similaires à ceux provoqués par une maladie virale et par un très fort stress hydrique.

D. Développement souterrain : dans la phase suivante de son cycle biologique, le *Striga* pousse dans le sol, et on ne pourra constater sa présence qu'en arrachant les plantes souffrant des symptômes mentionnés sous C. Comme les haustoria se détachent facilement, la présence de *Striga* peut passer inaperçue même lorsqu'on arrache des plants de la culture.

E. Emergence : des plants rougeâtres de *Striga* entourent les plantes cultivées. Ils n'ont pas de racines et leurs feuilles sont mal formées, ce qui démontre que le parasite dépend entièrement de la plante hôte pour pouvoir survivre. Généralement, les plantes cultivées restent petites et faibles.

F. Floraison : les espèces de *Striga* les plus courantes forment des fleurs roses ou violacées.

G. Production de graines : une plante de *Striga* produit de nombreuses graines toutes petites. Souvent il y a plus de 10.000 graines par plante de *Striga*, et parfois il y en a jusqu'à 500.000. Les graines sont tellement minuscules que les gens les méprennent souvent pour des grains de sable.

H. Réserve de graines : étant donné l'énorme quantité de graines que le *Striga* produit, la couche superficielle du sol en contient une immense réserve attendant un nouveau cycle de culture.

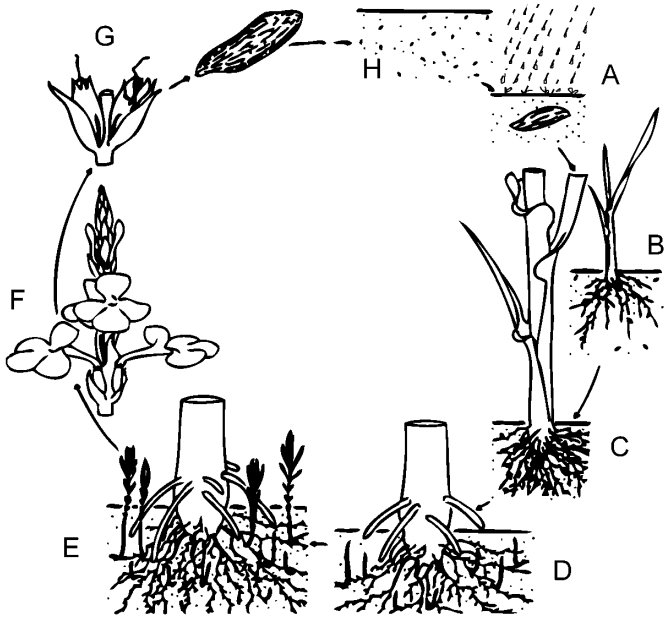


Figure 22 : Cycle biologique du Striga. Pour des explications, voir le texte.

7.3 Mesures de lutte

Aperçu

La maîtrise du *Striga* dépend d'une combinaison de mesures à prendre pendant la saison de croissance, y compris :

- Epuiser les réserves de graines dans le sol en introduisant des cultures pièges dans la rotation des cultures, et en développant du sol « vivant ».
- Choisir des variétés qui soient tolérantes ou résistantes au *Striga.*
- Adopter des pratiques de culture et de plantation qui réduisent l'effet du *Striga*.
- Eliminer autant de plantes que possible avant la mise à graines du *Striga*.
- Prévenir la contamination au *Striga* des graines de la campagne suivante.

Dans le paragraphe suivant, nous allons traiter plus en détails les mesures à prendre en fonction du cycle biologique du *Striga.*

Rotation des cultures et emploi de variétés moins vulnérables

La rotation des cultures et l'emploi de variétés moins vulnérables sont des mesures utiles puisque :

- Les espèces de *Striga* sont adaptées à certaines cultures, elles ne se développent donc pas sur d'autres cultures ;
- La vulnérabilité au parasitage par le *Striga* est différente selon les variétés : certaines sont plus tolérantes ou résistantes que d'autres ;
- Si on cultive continuellement des cultures et des variétés vulnérables au *Striga*, les poches de graines s'accumuleront rapidement dans le sol.

Réduire le nombre de graines de *Striga* qui survivent dans le sol

Le problème du *Striga* sévit surtout dans les zones où la précipitation est faible et où les sols sont peu fertiles. Dans ces zones, les graines de *Striga* dans le sol survivent assez bien. Dans les sols plus humides et plus riches, les ennemis naturels du *Striga* survivent également et ré-

duisent les poches de graines viables dans le sol en détruisant ou en endommageant les graines. Parmi les ennemis naturels du *Striga* figurent plusieurs sortes de nématodes et de champignons. Il est donc particulièrement important d'améliorer la teneur en matières organiques du sol, même si ceci est difficile à réaliser dans les zones semi-humides et semi-arides. Par ailleurs, des conditions de sol améliorées augmenteront la vigueur de la culture. En l'absence de plantes hôtes appropriées, le nombre de graines vivantes de *Striga* décroîtra lentement. Ainsi, la jachère et la rotation des cultures avec des cultures résistantes interviennent pour épuiser les réserves de graines dans le sol.

Manipuler la germination

Lorsque les graines semées germent, leurs racines libèrent des substances dans le sol qui stimulent la germination des graines de *Striga*, ainsi que d'autres substances qui permettent au *Striga* de se fixer aux racines de la plante hôte. Les graines de Striga germent alors et les plants parviennent à se fixer aux plantes hôtes.

Afin de réduire une infestation de *Striga,* on peut utiliser des cultures qui sont plus ou moins résistantes. Il existe même des cultures qui induisent la germination des graines de *Striga*, mais aux racines desquelles le *Striga* est incapable de se fixer. Le cas échéant, le plant de *Striga* meurt après germination. Ce phénomène est appelé « germination suicide », et les cultures qui le provoquent sont des « cultures pièges ». De nombreuses légumineuses à grains sont des cultures pièges pour le *Striga* qui affecte les céréales et vice versa. La Desmodie, mentionnée dans le cas 13 et la figure 11, est une plante qui induit la « germination suicide » du *Striga* parasitant les cultures céréalières.

Les graines de *Striga* se trouvent généralement dans les premiers 2 à 3 cm de terre à la surface du sol. Le labourage d'un sol contenant de grandes poches de graines conduit à une redistribution des réserves de graines de *Striga* dans tout le sol arable sur les premiers 7 à 10 cm de profondeur. Si les graines se trouvent surtout dans les quelques centimètres à la surface du sol, on peut éviter une infestation précoce de la culture en plantant dans des trous d'environ 15 cm de profondeur que

l'on a creusé avec un bâton semoir ou avec une houe traditionnelle. Voir la figure 23. Une autre option est décrite dans le cas 27 au chapitre 6.

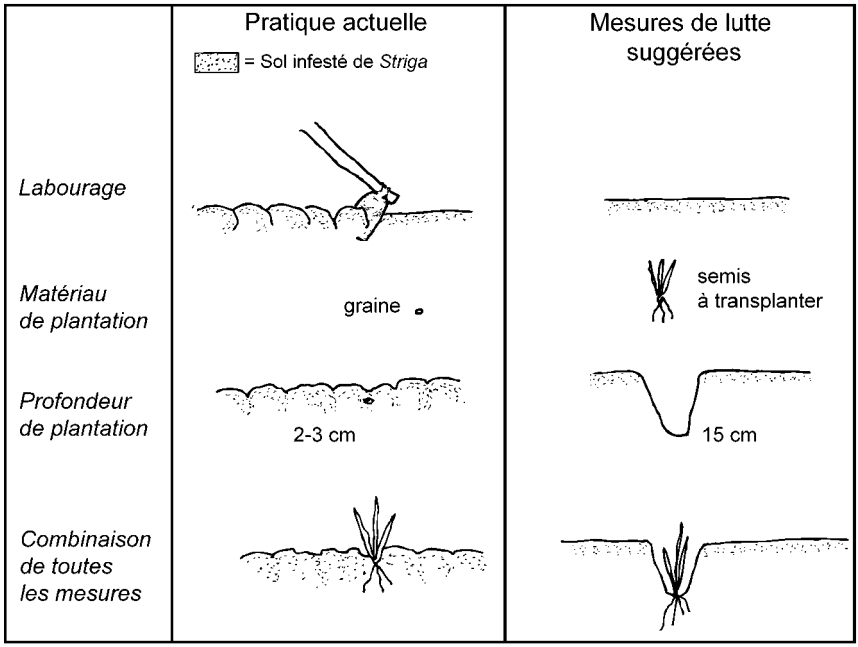


Figure 23 : Eviter une infection de Striga

Une précipitation irrégulière aggrave le stress hydrique causé par le *Striga,* surtout dans les deux premiers mois suivant l'ensemencement. Ainsi, lorsqu'on constate un fort stress hydrique au début de la saison de croissance, c'est souvent un symptôme d'infestation de *Striga* même si les plants de *Striga* ne sont pas encore visibles au-dessus de la surface du sol.

Croissance de la culture et désherbage

Lorsque le *Striga* apparaît au-dessus du sol, on peut enlever les parties aériennes. La plante peut repousser depuis ses organes souterrains. Les agriculteurs doivent donc arracher les parties aériennes de cette mau-

vaise herbe aussi souvent que possible pour éviter que le *Striga* produise des graines.

De nombreux organismes se nourrissent du Striga et l'empêchent ainsi de produire des graines. Certaines chenilles mangent toutes les feuilles des plantes, alors que d'autres organismes abîment les fleurs et entravent ainsi la production de graines. Comme le *Striga* et les cultures affectées sont tous deux endogènes, la population locale peut avoir beaucoup de connaissances sur la manière de favoriser les ennemis du *Striga*. L'utilisation des insecticides s'avère contreproductif dans la lutte contre le *Striga*, parce qu'ils tuent ses ennemis naturels.

Graines saines

Le *Striga* produit ses propres fleurs qui à leur tour produisent de nombreuses graines, parfois jusqu'à 500.000 par plante. Les graines sont tellement petites que l'on a du mal à les identifier en tant que graines (voir la figure 24).

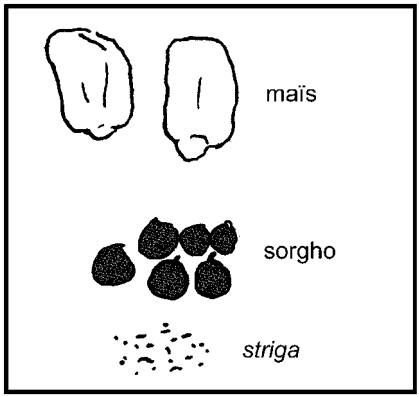


Figure 24 : Comparaison de la taille des graines de maïs, de sorgho et de Striga

Les graines de *Striga* adhèrent facilement aux graines de la culture. Par conséquent, si vous ne prenez pas de mesures pour l'arrêter, le *Striga* se propagera d'un champ à l'autre avec les graines contaminées.

La contamination des graines de la culture avec celles du *Striga* constitue le principal facteur de propagation de la mauvaise herbe vers de nouvelles zones. Contrairement à ce qu'on pense généralement, le vent et la pluie jouent rarement un rôle dans la dissémination de ces plantes parasites. La contamination des graines de la culture avec les graines de *Striga* a souvent lieu au moment de la récolte, surtout si les

plantes de Striga n'ont pas été arrachées avant la récolte : les épis des céréales touchent les capsules de la mauvaise herbe ou le sol de surface contenant les graines de la plante parasite (voir la figure 25).

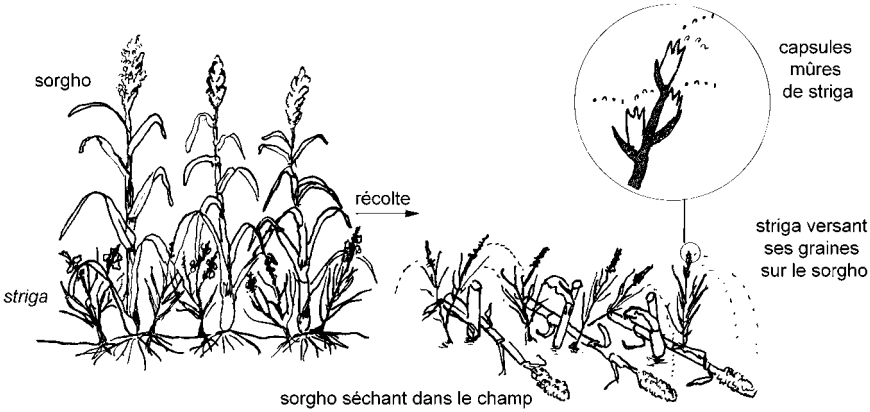


Figure 25 : Comment les graines de Striga adhèrent aux graines des plantes cultivées

On peut nettoyer les graines en les mettant dans une grande marmite et en les secouant longuement. Etant donné les différences de taille et de poids, les graines de *Striga* se détacheront et « couleront » au fond de la marmite, alors que les graines de la culture resteront, propres, à la surface. Si on n'enlève pas activement les graines de *Striga*, elles resteront collées aux graines de la culture.

Combiner différentes mesures, efforts et expériences

Toutes les mesures mentionnées ci-dessus se renforcent les unes les autres. Les mesures qui visent à épuiser les poches de graines dans le sol sont des mesures préventives qui améliorent la durabilité des systèmes de culture par le biais de la rotation et de l'association des cultures, et qui améliorent la condition du sol.

Beaucoup de programmes de lutte sont gravement entravés par un manque d'accès à des informations fiables et aux systèmes de connaissances locaux. Pourtant il existe beaucoup d'information sur la

lutte contre le *Striga*, aussi bien dans les centres de recherche que dans les villages. À nouveau, contrairement à la croyance générale, l'expérience a montré que de nombreuses communautés ont dans l'ensemble une bonne compréhension du *Striga* et des possibilités de lutte contre ce parasite (voir la figure 7). Le problème du *Striga* est un problème endogène, et au niveau des communautés locales il y a beaucoup de connaissances dans ce domaine. Cependant, à cause de la répartition des tâches dans la production agricole, les connaissances pertinentes sont souvent éparpillées entre les différents groupes d'âge et les sexes. Un pas important vers l'application des connaissances locales dans les interventions locales pour une production plus durable consiste à établir une plateforme d'échanges entre ces différents groupes.

8 Les champs écoles des producteurs et la protection non chimique des cultures

Pour utiliser de manière effective les méthodes de protection non chimique des cultures, il est nécessaire de prendre des mesures préventives au moment adéquat. Par ailleurs, les mesures telles que des traitements aux pesticides chimiques ou aux bouillies biologiques doivent être reportées aussi longtemps que possible pour permettre aux ennemis naturels de se multiplier et de jouer leur rôle. Ainsi, savoir choisir le moment opportun est essentiel.

Les producteurs agricoles ont des connaissances et des expériences portant sur les cultures, les ravageurs, et les conditions locales. Mais ils peuvent également apprendre à :

- mieux observer le développement de la culture ;
- distinguer les causes et les effets des ravageurs ;
- établir une distinction entre les ravageurs qui sont les « ennemis » des agriculteurs et les ennemis naturels des ravageurs qui sont les « amis » des agriculteurs.

Le fait d'apprendre tout en travaillant permet aux producteurs agricoles d'améliorer la protection de leurs cultures.

Les méthodes durables et non chimiques de protection des cultures dépendent grandement des conditions locales. Il est donc impossible de fournir des solutions simples dont l'effectivité sera garantie toujours et partout. Les producteurs devront plutôt apprendre à observer comment les ravageurs de développent et se comportent au niveau de leur exploitation. En se basant sur leurs propres observations et sur les solutions possibles, ils doivent prendre une décision autonome au sujet de la méthode à suivre. En vue de choisir entre diverses solutions possibles, ils apprennent à effectuer des essais simples. Leur but final ne n'est pas d'apprendre de simples faits ou données, il est de devenir

compétent dans la prise de décisions sur les méthodes ou les mesures à déployer au moment opportun dans une phase de croissance spécifique de la culture. Les champs écoles des producteurs se sont avéré être très efficaces pour améliorer ces compétences.

8.1 Qu'est-ce qu'un champ école des producteurs (CEP)

Dans un champ école des producteurs pour la protection des cultures, un groupe de 20 producteurs agricoles d'une localité se rencontre presque chaque semaine tout au long d'une campagne. En général, chaque session hebdomadaire de CEP est organisée pour couvrir huit activités. Nous expliquons ces activités dans la section 8.3.

Dans les CEP, l'apprentissage par la pratique, l'observation et les discussions sont toujours organisés autour d'une question centrale : « Quelles sont les mesures à prendre maintenant, s'il faut en prendre »

Une école sans salle de classe, tenue dans un champ

Les CEP présentent un moyen d'éducation pour des groupes d'adultes. Ils partent du fait que les producteurs agricoles ont déjà une profusion d'expériences et de connaissances. Ils partent également du fait que parmi ces connaissances il y en a qui sont basées sur des idées fausses, et que certaines connaissances essentielles peuvent faire défaut. Il n'y a pas d'instructeur comme à l'école primaire, qui transmet aux élèves tout ce que ces derniers devraient savoir. Il y a plutôt un animateur ou un facilitateur qui emploie une approche participative afin d'intégrer les connaissances des producteurs dans le programme à suivre. Pour donner un exemple, lors d'une observation dans le champ, un facilitateur demandera aux producteurs à quoi correspond ce qu'ils voient (par exemple un insecte auxiliaire) et poursuit en demandant : « qui sait de quoi il se nourrit? ». Les producteurs apportent chacun leur réponse à la question, ensuite le facilitateur/la facilitatrice ajoutera ses propres connaissances. En cas de désaccord, le facilitateur et les participants effectueront des études simples pour trouver la réponse correcte.

Cas 28 : Examiner de quoi se nourrit un insecte
Lors d'un CEP, des producteurs se demandaient si une coccinelle déterminée était un prédateur de ravageurs ou un ravageur de la culture. Deux producteurs ont fait un pari sur leurs opinions. Le facilitateur a alors montré aux producteurs comment mettre deux coccinelles dans des bocaux, l'une avec des insectes ravageurs et l'autre avec des feuilles de la culture. Le résultat fut que la coccinelle mangea les insectes, et le perdant du pari a du faire le tour du village avec le gagnant sur son dos !

Les activités du CEP sont guidées par un facilitateur qui est un agent de vulgarisation ayant suivi une formation spécialisée pour les CEP. L'agent de vulgarisation sait comment mesurer et juger la présence de ravageurs ou de plantes présentant les symptômes d'infestation. Le facilitateur peut informer le groupe des dommages prévisibles si le groupe décide de ne pas intervenir et comment calculer s'il est rentable de prendre des mesures, comme par exemple des traitements spécifiques. Le facilitateur doit être disposé à conduire le travail dans le champ, à indiquer aussi bien les symptômes de maladies ou de ravageurs que les prédateurs qui se trouvent dans les champs des producteurs. Le facilitateur doit être capable de guider le processus de groupe de manière à ce que les producteurs participent et contribuent avec leurs observations et expériences. Il devra également veiller à ce que les discussions se concentrent sur les questions liées à la protection des cultures.

Origines des champs écoles des producteurs

Le terme de CEP ou plutôt le terme anglais « Farmer Field Schools » (FFS) a été utilisé pour la première fois en Indonésie, en 1989, pour former des producteurs de riz et leur apprendre à gérer les ravageurs du riz (notamment des insectes) en effectuant moins de traitements aux pesticides. Dès le départ, les CEP ont été une réussite, car les producteurs découvrirent qu'ils pouvaient avoir recours à l'activité des animaux auxiliaires au lieu des pesticides (voir le cas 3 : la cicadelle brune). En n'effectuant des traitements aux pesticides qu'en se basant sur des observations dans les champs, ils sont parvenus à réduire la quantité de pesticides utilisée et économiser de l'argent. Depuis, les CEP ont été introduits dans d'autres parties du monde, parfois avec

des variations. Beaucoup d'entre eux concernent la production durable et les méthodes de protection des cultures qui dépendent moins des intrants externes.

Afin de relier efficacement les connaissances existantes aux nouvelles données, les CEP sont physiquement situés au sein de la communauté des producteurs agricoles, et le facilitateur se joint au groupe pour chaque session. Il y a toujours un champ sur lequel les cultures habituelles sont cultivées pendant la formation. La durée d'une formation s'étend sur au moins une campagne.

8.2 Comment organiser un CEP à succès

Prendre l'initiative

La plupart des CEP sont initiés par le gouvernement ou par une Organisation non gouvernementale (ONG), qui se chargent généralement d'engager et de former les facilitateurs. Les facilitateurs doivent avoir de bonnes compétences pédagogiques. Ils doivent également avoir les connaissances et les compétences nécessaires pour pratiquer les cultures impliquées dans le programme. Pour eux, la meilleure préparation consiste en une formation qui dure toute une saison, puisqu'ils doivent avoir des expériences en matière des pratiques culturales ainsi qu'en matière d'observation. Ils doivent pouvoir effectuer des tests et enseigner la protection des cultures sur le terrain ou « dans le champ ».

En général, un CEP regroupe des producteurs provenant d'un seul village, parce que ces derniers se connaissent et qu'ils partagent les mêmes intérêts et problèmes. Dans une situation idéale, c'est une communauté agricole qui demande d'organiser un champ école. En effet, les producteurs qui font eux-mêmes cette demande de formation sont d'habitude plus motivés que ceux qui y ont été conviés. En vue d'encourager ces demandes, on peut promouvoir les CEP en organisant une journée spéciale au cours de laquelle les producteurs pourront observer le processus et les réussites d'un CEP antérieur. Les producteurs seront plus enclins à demander d'organiser des champs écoles s'ils voient quels sont les avantages que d'autres communautés agrico-

les ont pu en tirer. Dans les zones où les CEP sont encore un phénomène inconnu, on peut susciter l'intérêt des producteurs en faisant intervenir un leader convaincu. Il, ou elle, peut aider à organiser une ou deux rencontres préparatoires pour les producteurs intéressés.

Sélection des participants et planification participative

Au cours d'une première rencontre, qui aura pour objectif d'informer et qui sera tenue dans le village, un agent de vulgarisation introduit la notion de protection non chimique des cultures et le fonctionnement des CEP, suscitant de l'intérêt pour la participation. Il est très important de choisir un moment opportun pour cette rencontre, afin que les participants potentiels puissent y assister. Pendant la première rencontre, il est utile d'identifier et d'analyser les problèmes agricoles auxquels la communauté est confrontée, de fournir des informations concernant les objectifs et les activités d'un CEP, et de donner aux producteurs l'opportunité de poser des questions. Afin de rendre les choses plus claires, on peut dessiner un plan du village, sur lequel figureront aussi bien les champs et la végétation que les maisons (voir la figure 26).

Figure 26 : Elaborer un plan du village, noter l'agro-écologie et les problèmes constatés par les producteurs agricoles

Les participants au CEP sont sélectionnés par la communauté même, soit lors de cette rencontre, soit à une réunion suivante. On invite les participants à noter par ordre de priorité les activités proposées pour le CEP. Ils peuvent également discuter des idées de solutions et les comparer à des solutions potentielles provenant d'ailleurs. Ce processus devrait conduire à la préparation d'un plan de travail réaliste pour tenir un CEP de protection des cultures dans le village.

Le plan de travail devrait spécifier :
- les dates et heures de la rencontre hebdomadaire de CEP.
- L'emplacement du champ d'étude.
- La liste des participants au CEP.
- Un programme des activités hebdomadaires pour toute la saison.
- Des projets d'essais de terrain pour comparer les méthodes appliquées actuellement avec les nouvelles.

En fonction des coutumes locales, les leaders du village devront décider si les hommes et les femmes peuvent participer dans un groupe mixte ou s'il faut organiser un sous-groupe pour chaque sexe.

8.3 Session typique de CEP

Chacune des sessions hebdomadaires inclut les 8 activités suivantes :
- Observation du champ (environ 30 minutes)
- Enregistrement de la croissance et du développement de la culture (5 minutes)
- Analyse de l'agro-écosystème (30 minutes)
- Présentation des résultats et discussion (30 minutes)
- Analyse économique (10 minutes)
- Observation du comportement des insectes (10 minutes)
- Exercice de dynamique de groupes (10-30 minutes)
- Thème spécial (30-60 minutes)

Nous pouvons illustrer ce programme à l'aide d'un CEP sur la patate douce tenu à Java, en Indonésie, en 1997. Tout d'abord, les producteurs agricoles et les scientifiques ont collaboré pour analyser les pro-

blèmes liés à la culture de la patate douce dans le contexte de l'exploitation agricole. Ils ont conclu que les ravageurs causaient des pertes considérables pendant certaines saisons. Le manque de principes directeurs pour la fertilisation était considéré comme un problème plus important que celui des dommages provoqués dans la culture par les ravageurs, ce point a donc été incorporé au programme. Le CEP avait un maximum de 25 participants. Ces derniers étaient répartis en groupes de travail de 4 à 5 personnes chacun.

Observations dans le champ

Chaque groupe de travail évaluait 10 sites à chaque session. Les observations portaient sur : les conditions du sol, les symptômes de déficiences en éléments nutritifs pour la culture, les symptômes de maladies ou de dommages causés par les insectes, le nombre et les types d'insectes ravageurs et d'ennemis naturels. On enregistrait l'âge de la culture de pair avec des observations générales portant sur les conditions météorologiques, les mauvaises herbes dans le champ et la végétation autour du champ. Les insectes inconnus et les parties de plante montrant des symptômes inconnus étaient recueillis dans des conteneurs pour une observation et identification plus poussée.

Enregistrer la croissance et le développement de la culture

Les longueurs de tiges (plantes grimpantes) et des tubercules étaient mesurées et enregistrées chaque semaine. À la fin de la formation, les données ont été utilisées pour démontrer la façon dont la matière sèche est répartie entre les parties aériennes et les parties souterraines des plantes durant la saison.

Analyse de l'agro-écosystème

L'analyse de l'agro-écosystème est l'activité principale d'un CEP, et les autres activités sont conçues pour la soutenir. Pour le CEP sur la patate douce, toutes les données provenant des observations dans le champ étaient mises en commun par groupe. Des échantillons ou des éléments dont on supposait qu'ils avaient un effet positif sur la culture étaient fixés sur la gauche d'un panneau en triplex, et les éléments à effet négatif étaient fixés sur la droite. On a encouragé les participants

à fixer au centre du panneau le dessin d'une plante de patate douce, indiquant la phase de développement du feuillage et des tubercules. Le dessin devait également montrer d'éventuels symptômes de stress ou un aspect sain.

Présentations et discussions

Tour à tour, chaque groupe de travail a présenté et expliqué à l'ensemble du CEP son analyse de l'agro-écosystème (voir la figure 27 pour un exemple). Après que les groupes de travail eurent terminé, le facilitateur a guidé le groupe en résumant les conditions générales des plantes et du sol, en tirant des conclusions et en formulant des recommandations.

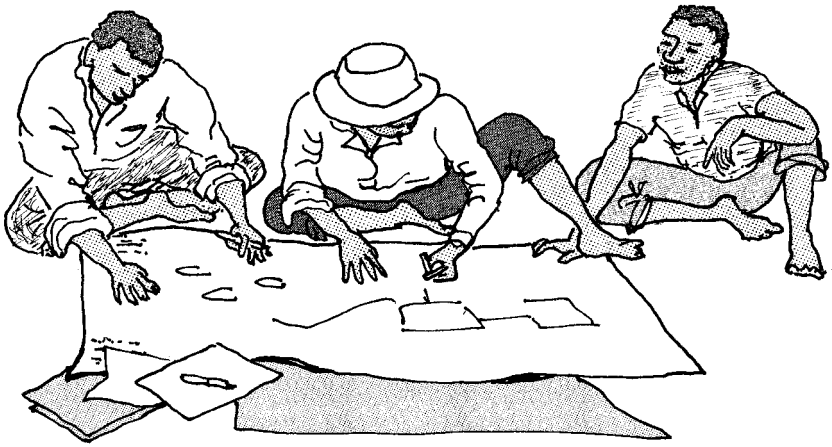


Figure 27 : Groupe de travail de producteurs qui prépare sa présentation

Analyse économique

Une analyse économique permet de développer les compétences analytiques des participants. Une fois que les producteurs de patate douce eurent identifié les facteurs déterminant pour la rentabilité de leur exploitation de patates douces, ils étaient mieux placés pour choisir parmi les différentes options de gestion particulières.

Observation du comportement des insectes

L'objectif de cet exercice est de découvrir le rôle des insectes, en particulier le comportement des insectes qui se nourrissent de la culture et celui de leurs ennemis naturels. Voir la figure 28. Les groupes de travail mettent des insectes dans des bocaux accompagnés de ce que l'on considère comme leur nourriture préférée.

Figure 28 : Observation du comportement d'un insecte et de son prédateur

Dynamique de groupe

Les exercices de dynamique de groupe permettent de développer la cohésion du groupe ainsi que ses compétences à trouver des solutions. Ils stimulent également la collaboration et la créativité. Généralement, un exercice commence avec une introduction donnée par le facilitateur, qui expose un problème ou un défi que le CEP devra résoudre. Il s'agit souvent d'exercices physiques et actifs, alors que d'autres sont de vrais casse-tête.

Thème spécial

Le thème spécial est choisi sur une liste de suggestions exprimées par les participants. Le thème à traiter devrait appuyer l'analyse de l'agro-écosystème, et l'exécution d'essais doit en faire partie.

Bibliographie

Champs et jardins sains. Lutte intégrée contre les maladies et les ravageurs des cultures (2000) Colin J., Dupriez H., Silas N. Terres et vie/CTA, 238 pg. ISBN : 92-9081-247-8

Guide de Vulgarisation de la Lutte Integrée. (2004) Youdeowei, A. Ministère de l'alimentation et de l'agriculture (MOFA) du Ghana, Direction des services pour la réglementation et la protection des végetaux (PPRSD). **1 Principes de la Lutte Intégrée : L'obtention de Cultures Saines** , ISBN 9956-17-002-X; **2 La Pratique de la Lutte Intégrée dans la Production de Céréales et de Légumineuses**, ISBN 9956-17-003-8 ; **3 La Lutte Integrée en Production des Plantes à Racines et Tubercules et des Bananiers Plantains**, ISBN 9956-17-004-6 ; **4 La Pratique de la Lutte Intégrée en Production Maraîchère**, ISBN 9956-17-005-4.

Insectes, Araignées et pathogènes utiles : Les amis du riziculteur (1987) Shepard, B.M. International Rice Research Institute, 136 pg. ISBN : 971-104-183-9

Le Criquet Pélerin au Sahel (1990) Duranton JF, Lecoq M Collection Acridologie Operationelle CIRAD-PRIFAS, 183 pg. ISBN : 2-87614-033-0

Le desherbage des cultures tropicales (1988) Lavrabre, E.M. Le technicien d'agriculture tropicale 7 CTA ; ACCT, 127 pg. ISBN : 2-7068-0958-2

Les auxiliaires dans les cultures tropicales : Beneficials in tropical crops (1997) Bournier J-P, Michel B CIRAD, 88 pg. ISBN : 2-87614-301-1

Les ennemis des cultures vivrières dans le Sahel (1991) UCTR/PV UCTR/PV ; CTA, 128 pg. ISBN : 1017-7477

Lutte integrée contre les ennemis des cultutres vivrières dans le sahel (1999) INSAH British Library Londre Grande Bretagne, 392 pg. ISBN : 0-86 196-376-8

Lutte intégrée contre les ravageurs des cultures pérennes tropicales (1996) Mariau D. CIRAD, 196 pg. ISBN : 2-87614-253-8

Pesticides et agriculture tropicale : Danger et alternatives (1993) Dummler, C. PAN ; CTA , 279 pg. ISBN : 3-8236-1225-5

Plantes parasites des cultures et des essences forestières au Sahel (1994) Dembele B, Raynal-Roques A, Salle G, Tuquet C John Libbey Eurotext, 43 pg. ISBN : 2-7420-0048-8

Protection naturelle des végétaux en zones tropicales (1988) Stoll, G. Agrecol, 40 Okozentrum, Langenbruk & CTA, 180 pg.
ISBN : 3-8236-1114-3

Ravageurs des cultures tropicales (1992) Lavabre E.M. Le technicien d'agriculture tropicale Maisonneuve et Larose, 178 pg.
ISBN : 2-7068-1048-3

Sustainable Tomato Production, a Briefing for the IPM in the Developing Countries. (2002) Pest Management Notes No. 13, PAN UK, London, 2 pp (téléchargement gratuit, version anglaise, française ou espagnole : www.pan-uk.org).

Adresses utiles

CIRAD – La recherche agronomique au service des pays du Sud
Contact : Emmanuel Camus, directeur régional CIRAD Languedoc-Roussillon,
Avenue Agropolis, 34398 Montpellier Cedex 5, France
T : +33 4 67 61 58 00, F : +33 4 67 61 59 86
E : emmanuel.camus@cirad.fr , W : www.cirad.fr

La Facilité mondiale pour la GIPD de la FAO
La Facilité mondiale pour la GIPD favorise la gestion intégrée des déprédateurs à travers des activités de sensibilisation, le soutien au développement des programmes de terrain et de la réforme des politiques.
Contact : Peter E. Kenmore, Coordonnateur Facilité mondiale pour la GIPD
c/o Organisation Des Nations Unies Pour L'alimentation Et L'agriculture,
Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie
T : +39 065705-2907, F : +39 065705-6227
E : Global-IPM@fao.org
W : www.fao.org/ag/AGP/AGPP/IPM/gipmf/index.htm

Le Bureau central de l'IFOAM
Unir le monde biologique : la mission de l'IFOAM est de promouvoir le mouvement biologique dans toute sa diversité
Charles-de-Gaulle-str. 5, D – Bonn, Allemagne
T : +49 228 92650, F : +49 22892650 99
E : headoffice@ifoam.org , W : http://www.ifoam.org

Le Bureau africain d'IFOAM (IAO)
Les objectifs de ce bureau sont : institutionnaliser le secteur de l'agriculture biologique, promouvoir l'agriculture biologique en tant qu'option de développement, développer les marchés biologiques et

les cahiers des charges bio, encourager la mise en place d'un cadre politique favorable au développement de l'agriculture biologique.
L'IFOAM a établi (jusqu'en 2007) des points de contact au Ghana, au Nigeria, en Zambie, au Zimbabwe, en Ouganda et au Madagascar. Un certain nombre d'autres points de contact seront établis en Afrique.
Contact : M. Hervé Bouagnimbeck, coordonnateur
E : h.bouagnimbeck@ifoam.org
W : www.ifoam.org >> IFOAM Around the world >> Africa office

ILEIA
Centre pour l'information sur l'agriculture durable à faibles intrants externes. Promouvoit les échanges d'information pour les exploitants agricoles de petite échelle dans le Sud par le biais de l'identification de technologies prometteuses. Des informations concernant ces technologies sont transmises principalement par le biais du magazine LEISA. Tous les articles peuvent être consultés en ligne.
Contact : ILEIA, Zuidsingel 16, 3811 HA Amersfoort, Pays-Bas
T : +31 33 4673870, F : +31 33 4632410
E : ileia@ileia.nl , W : www.leisa.info

Pesticide Action Network (PAN) – Afrique
Location N°15, rue 1 x J Castors/Derkle, Dakar, Sénégal
BP : 15938 Dakar-Fann, Dakar, Sénégal
T : +221 825 49 14, F : +221 825 14 43
E : panafrica@pan-afrique.org , W : www.pan-afrique.org

Glossaire

Les chiffres indiqués à la suite des termes renvoient au chapitre ou à la section dans lesquels le terme est employé pour la première fois.

agro-écosystème	interaction entre toutes les formes de vie et les circonstances physiques dans un milieu agricole (8.3)
annuelle (plante)	plante qui complète son cycle biologique et meurt en une année ; par opposition aux plantes pérennes (3.2)
arable (terre)	approprié pour l'agriculture (1)
biodiversité	diversité de formes de vie à un endroit spécifique (3.1)
brise-vent	rangée ou groupe d'arbres et de buissons qui offrent protection contre les vents violents (3.1)
culture associée	cultiver simultanément plusieurs cultures sur la même parcelle (synonyme de culture mixte, 3.2)
culture piège	culture plantée autour d'un champ pour protéger le champ des maladies transmises par certains insectes ravageurs ou des plantes parasites (3.2)
cycle biologique	phases cycliques dans la croissance et le développement d'un organisme (1)
dormant	état d'un organisme inactif, servant de stratégie de survie (4.1)
faux lit de semis	(technique) on prépare un lit de semis sans procéder à la plantation, on laisse pousser les mauvaises herbes pour les enlever avant de procéder à l'ensemencement (6.3)
fonte des semis	mort des semis avant ou juste après l'émergence causé par la décomposi-

	tion de la racine et/ou de la base de la tige (5.3)
gestion pro active des ravageurs	au lieu d'attendre qu'un ravageur prolifère, on déploie un processus planifié pour permettre une détection précoce ou même la prévention (2.2)
gestion des ravageurs	même sens que « lutte », mais inclut les mesures préventives aussi bien que les mesures qui ont un effet immédiat (2.2)
infection	processus dans lequel un organisme entre, ou pénètre dans une plante hôte pour établir une relation parasitique avec celle-ci (5.2)
lutte contre les ravageurs	toute mesure visant à réduire l'incidence des ravageurs sur un site; il s'agit souvent de mesures qui ont un effet immédiat sur les ravageurs (4.3)
maladie aérienne	maladie transportée au-dessus de la surface du sol, par le biais de l'air ou des gouttes de pluie (par opposition aux maladies du sol, 5.1)
maladie du sol	maladie qui se propage par le biais du sol (par opposition aux maladies aériennes, 5.3)
maladie	(de plante) fonctionnement anormal d'une plante causé par un autre organisme (1)
métamorphose complète	développement de certains insectes dont les adultes sont tout à fait différents des larves ; par opposition aux insectes à métamorphose incomplète (2.1)
métamorphose incomplète	développement de certains insectes dont les adultes sont très semblables aux larves (2.1)

paillis	couche de matériau, comme de la matière organique ou du plastique, déposée sur la surface du sol afin de retenir l'eau et d'inhiber les mauvaises herbes (3.2)
parasite	(organisme) qui vit en s'associant à un autre organisme dont il dépend pour s'alimenter (2.1)
pathogène	(organisme) qui provoque une maladie (2.1)
pérenne	plante qui vit pendant plusieurs années (3.2)
pesticide	produit chimique utilisé pour lutter contre les ravageurs. Le terme s'applique également aux agents de la lutte biologique, qui consistent souvent en un pathogène ou d'un micro-organisme, formulés et appliqués de manière analogue aux pesticides (1)
plante hôte	plante vivante attaquée par ou hébergeant un parasite ou un pathogène dont ces derniers dépendent pour leur alimentation (2.2)
population	nombre total des individus d'une espèce vivant dans une zone (2.1)
ravageur	tout organisme qui provoque des dommages aux plantes ou aux produits de plantes (1)
résistant	(plant) qui a des propriétés entravant le développement d'une maladie (par opposition à vulnérable ou prédisposé, 3.2). Le terme est également utilisé pour désigner les ravageurs qui sont devenus insensibles à l'action d'un pesticide (1)

rotation des cultures	plantation successive de différentes espèces cultivées, souvent pratiqué pour réduire les problèmes de ravageurs (1)
solarisation	pratique de lutte contre les maladies ou les mauvaises herbes qui consiste à recouvrir le sol d'un film en polyéthylène puis à l'exposer à la lumière du soleil, ce qui chauffe le sol et tue les pathogènes du sol et les mauvaises herbes (5.4)
souche	variante de micro-organisme, utilisé à une fin particulière (5.2)
source d'infection	premier site contaminé, se réfère généralement à une population de plantes (5.1)
variété	type de plante au sein d'une espèce, résultant d'une manipulation délibérée, ayant des caractéristiques reconnaissables (couleur, forme des fleurs, fruits, graines, hauteur et forme) ; synonyme de cultivar (2.2)
vecteur	organisme vivant (par ex. insecte, acarien, oiseau, espèce animale supérieure, nématode, plante parasite, être humain) capable de porter et transmettre des pathogènes et de disséminer des maladies (5.2)
végétatif	se rapporte aux parties asexuées d'une plante, qui ne jouent pas de rôle dans la reproduction sexuée (6.1)
vulnérable ou prédisposée	(plante) qui peut devenir malade en entrant en contact avec un pathogène (par opposition à résistant, 5.1)